

Docket No. 212031US2/mmc



IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

IN RE APPLICATION OF: Hidekazu NISHIGAKI, et al.

GAU:

SERIAL NO: 09/918,539

EXAMINER:

FILED: August 1, 2001

FOR: METHOD AND SYSTEM FOR SUPPORTING USER IN ANALYZING PERFORMANCE OF OBJECT,  
USING GENERALIZED AND SPECIALIZED MODELS ON COMPUTER

REQUEST FOR PRIORITY

ASSISTANT COMMISSIONER FOR PATENTS  
WASHINGTON, D.C. 20231

SIR:

- ☐ Full benefit of the filing date of U.S. Application Serial Number [US App No], filed [US App Dt], is claimed pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §120.
- ☐ Full benefit of the filing date of U.S. Provisional Application Serial Number, filed, is claimed pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §119(e).
- ☒ Applicants claim any right to priority from any earlier filed applications to which they may be entitled pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §119, as noted below.

In the matter of the above-identified application for patent, notice is hereby given that the applicants claim as priority:

| <u>COUNTRY</u> | <u>APPLICATION NUMBER</u> | <u>MONTH/DAY/YEAR</u> |
|----------------|---------------------------|-----------------------|
| JAPAN          | 2000-235233               | August 3, 2000        |
| JAPAN          | 2001-222346               | July 23, 2001         |

Certified copies of the corresponding Convention Application(s)

- ☒ are submitted herewith
- ☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee
- ☐ were filed in prior application Serial No. filed
- ☐ were submitted to the International Bureau in PCT Application Number .  
Receipt of the certified copies by the International Bureau in a timely manner under PCT Rule 17.1(a) has been acknowledged as evidenced by the attached PCT/IB/304.
- ☐ (A) Application Serial No.(s) were filed in prior application Serial No. filed ; and  
(B) Application Serial No.(s)
  - ☐ are submitted herewith
  - ☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee

Respectfully Submitted,

OBLON, SPIVAK, McCLELLAND,  
MAIER & NEUSTADT, P.C.

*Joseph A. Scafetta Jr.*

Marvin J. Spivak  
Registration No. 24,913

Joseph A. Scafetta, Jr.  
Registration No. 26,803



22850

Tel. (703) 413-3000  
Fax. (703) 413-2220  
(OSMMN 10/98)

#3  
Priority Paper  
T. Scafetta  
2-503

09/918,539

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

#3

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて  
いる事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed  
with this Office

出願年月日

Date of Application:

2000年 8月 3日

出願番号

Application Number:

特願2000-235233

出願人

Applicant(s):

株式会社豊田中央研究所

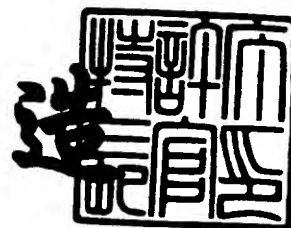


CERTIFIED COPY OF  
PRIORITY DOCUMENT

2001年 6月21日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

及川耕造



【書類名】 特許願

【整理番号】 JPN00007

【あて先】 特許庁長官 殿

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道 4 1 番地の 1 株  
式会社豊田中央研究所内

【氏名】 西垣 英一

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道 4 1 番地の 1 株  
式会社豊田中央研究所内

【氏名】 西脇 眞二

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道 4 1 番地の 1 株  
式会社豊田中央研究所内

【氏名】 小島 芳生

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道 4 1 番地の 1 株  
式会社豊田中央研究所内

【氏名】 尼子 龍幸

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道 4 1 番地の 1 株  
式会社豊田中央研究所内

【氏名】 鶴見 康昭

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道 4 1 番地の 1 株  
式会社豊田中央研究所内

【氏名】 菊地 昇

【特許出願人】

【識別番号】 000003609

【氏名又は名称】 株式会社豊田中央研究所  
【代理人】  
【識別番号】 100107674  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 来栖 和則  
【手数料の表示】  
【予納台帳番号】 101879  
【納付金額】 21,000円  
【提出物件の目録】  
【物件名】 明細書 1  
【物件名】 図面 1  
【物件名】 要約書 1  
【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 性能解析支援方法、記録媒体および性能解析支援システム

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 入力装置と画面を有する表示装置とそれらに接続されたコンピュータとを用いることにより、ユーザが対象物の性能を力学的に解析することを支援する方法であって、

前記対象物のためにその形状に関しては一般化され、機能に関しては特化された数値解析モデルの一般化形状をグラフィカルに前記画面上に表示するための第 1 工程と、

前記数値解析モデルを定義するためにユーザが前記入力装置を用いてデータを入力するための項目を前記画面上に表示するための第 2 工程と、

前記画面上に表示されている前記項目に関してユーザにより入力されたデータにより定義された前記数値解析モデルと、前記対象物の機能に応じて予め選択された数値解析手法と、ユーザにより設定されるかまたは予め標準的に設定された数値解析条件とに基づき、前記対象物の性能を力学的に解析し、その解析結果を前記画面上に表示するための第 3 工程と

を含む性能解析支援方法。

【請求項 2】 前記項目が、前記数値解析モデルをその形状と構造と機構とのうち少なくとも形状に関して定義するためにユーザが前記入力装置を用いてデータを入力するための項目である請求項 1 に記載の性能解析支援方法。

【請求項 3】 前記第 2 工程が、ユーザが前記項目に関してデータをグラフィカルに入力することを支援するための図形を、前記表示されている一般化形状に関連付けて前記画面上に表示するための第 4 工程を含む請求項 1 または 2 に記載の性能解析支援方法。

【請求項 4】 前記項目が、ユーザにより数値データが入力されるためのものであり、前記第 4 工程が、ユーザが前記項目に関して数値データをグラフィカルに入力することを支援するための図形を前記画面上に表示するための表示工程を含む請求項 3 に記載の性能解析支援方法。

【請求項 5】 前記表示工程が、ユーザが前記入力装置のポインティング・デ

パイスを操作する量に応答して前記画面上を移動させられるバー、ポインタまたはカーソルであってその移動量に応じて数値データが前記項目に関して入力されるものを表示することにより、ユーザによる数値データの入力を支援する入力支援工程を含む請求項 4 に記載の性能解析支援方法。

【請求項 6】 前記第 2 工程が、さらに、

ユーザが前記入力装置のキーボードを操作することにより直接に数値データを前記項目に関して入力するための表示を前記画面上において行う第 5 工程と、

ユーザのリクエストに応じて、前記第 4 項工程と第 5 工程とを択一的に実行するための第 6 工程と

を含む請求項 4 または 5 に記載の性能解析支援方法。

【請求項 7】 前記第 3 工程が、前記解析結果をグラフィカルに、前記対象物に関連付けて前記画面上に表示するための第 7 工程を含む請求項 1 ないし 6 のいずれかに記載の性能解析支援方法。

【請求項 8】 前記解析結果が、前記対象物のある部位の力学的特性値を含むものであり、前記第 7 工程が、前記力学的特性値を、その大きさに応じて大きさと形状と模様と色との少なくとも 1 つが変化する図形としてグラフィカルに前記画面上に表示するための表示工程を含む請求項 7 に記載の性能解析支援方法。

【請求項 9】 前記第 3 工程が、さらに、

前記解析結果を数値により前記画面上に表示するための第 8 工程と、

ユーザのリクエストに応じて、前記第 7 工程と第 8 工程とを択一的に実行するための第 9 工程と

を含む請求項 7 または 8 に記載の性能解析支援方法。

【請求項 10】 前記対象物が、一製品を構成する複数の構成単位のうちユーザにより選択される構成単位である注目構成単位であり、前記数値解析モデルが、それら複数の構成単位のための複数の数値解析モデルであって各構成単位の形状に関しては一般化され、機能に関しては特化されたもののうち前記注目構成単位に対応する注目数値解析モデルであり、前記第 1 工程が、前記複数の構成単位を互いに識別可能に前記画面上に表示するとともに、それら複数の構成単位のいずれかを前記注目構成単位としてユーザに選択させるための指示を前記画面上に

表示し、かつ、その指示に応答してユーザにより選択された注目構成単位に対応する前記注目数値解析モデルの一般化形状をグラフィカルに前記画面上に表示するための表示工程を含み、前記第 3 工程が、前記画面上に表示されている前記項目に関してユーザにより入力されたデータにより定義された前記注目数値解析モデルと、前記注目構成単位の機能に応じて予め選択された前記数値解析手法と、前記数値解析条件とに基づき、前記注目構成単位の性能を力学的に解析するための解析工程を含む請求項 1 ないし 9 のいずれかに記載の性能解析支援方法。

【請求項 1 1】 一製品を構成する複数の構成単位のうちユーザにより選択されるものの性能をユーザが力学的に解析することをコンピュータにより支援する方法であって、

前記複数の構成単位のための複数の数値解析モデルであって各構成単位の形状に関しては一般化され、機能に関しては特化されたもののうちユーザにより選択された注目数値解析モデルであって、ユーザにより入力されたデータにより定義されたものと、その注目数値解析モデルに対応する前記構成単位である注目構成単位の機能に応じて予め選択された数値解析手法と、ユーザにより設定されるかまたは予め標準的に設定された数値解析条件とに基づき、前記注目構成単位の性能を力学的に解析し、その解析結果を前記コンピュータの画面上に表示する性能解析支援方法。

【請求項 1 2】 請求項 1 ないし 1 1 のいずれかに記載の性能解析支援方法を実施するためにコンピュータにより実行されるプログラムをコンピュータ読取り可能に記録した記録媒体。

【請求項 1 3】 入力装置と画面を有する表示装置とそれらに接続されたコンピュータとを含み、かつ、それらにより、ユーザが対象物の性能を力学的に解析することを支援するシステムであって、

前記対象物のためにその形状に関しては一般化され、機能に関しては特化された数値解析モデルの一般化形状をグラフィカルに前記画面上に表示するための第 1 手段と、

前記数値解析モデルを定義するためにユーザが前記入力装置を用いてデータを入力するための項目を前記画面上に表示するための第 2 手段と、

前記画面上に表示されている前記項目に関してユーザにより入力されたデータにより定義された前記数値解析モデルと、前記対象物の機能に応じて予め選択された数値解析手法と、ユーザにより設定されるかまたは予め標準的に設定された数値解析条件とに基づき、前記対象物の性能を力学的に解析し、その解析結果を前記画面上に表示するための第 3 手段と

を含む性能解析支援システム。

【請求項 1 4】 前記第 2 手段が、ユーザが前記項目に関してデータをグラフィカルに入力することを支援するための図形を、前記表示されている一般化形状に関連付けて前記画面上に表示するための表示手段を含む請求項 1 3 に記載の性能解析支援システム。

【請求項 1 5】 前記第 3 手段が、前記解析結果をグラフィカルに、前記対象物に関連付けて前記画面上に表示するための表示手段を含む請求項 1 3 または 1 4 に記載の性能解析支援システム。

【請求項 1 6】 入力装置と画面を有する表示装置とそれらに接続されたコンピュータとを含み、かつ、それらにより、ユーザが対象物の性能を力学的に解析することを支援するシステムであって、

前記対象物のためにその形状に関しては一般化され、機能に関しては特化された数値解析モデルの一般化形状をグラフィカルに表示するための前記画面上の第 1 表示領域と、

前記数値解析モデルを定義するためにユーザが前記入力装置を用いてデータをグラフィカルに入力するための項目を、前記表示されている一般化形状に関連付けて表示するための前記画面上の第 2 表示領域と、

前記画面上に表示されている前記項目に関してユーザによりデータが入力されることに応答して、前記対象物の性能の解析結果をグラフィカルに、前記対象物に関連付けて表示するための前記画面上の第 3 表示領域と

を含む性能解析支援システム。

【請求項 1 7】 入力装置と画面を有する表示装置とそれらに接続されたコンピュータとを含み、かつ、それらにより、一製品を構成する複数の構成単位のうちユーザにより選択されるものの性能をユーザが力学的に解析することを支援す



るシステムであって、

前記複数の構成単位を互いに識別可能に前記画面上に表示するとともに、それら複数の構成単位のいずれかを注目構成単位としてユーザに選択させるための指示を前記画面上に表示し、かつ、前記複数の構成単位のための複数の数値解析モデルであって各構成単位の形状に関しては一般化され、機能に関しては特化されたもののうち、前記指示に応答してユーザにより選択された注目構成単位に対応する注目数値解析モデルの一般化形状をグラフィカルに前記画面上に表示するための第 1 手段と、

前記注目数値解析モデルを定義するためにユーザが前記入力装置を用いてデータを入力するための項目を前記画面上に表示するための第 2 手段と、

前記画面上に表示されている前記項目に関してユーザにより入力されたデータにより定義された前記注目数値解析モデルと、前記注目構成単位の機能に応じて予め選択された数値解析手法と、ユーザにより設定されるかまたは予め標準的に設定された数値解析条件とに基づき、前記注目構成単位の性能を力学的に解析し、その解析結果を前記画面上に表示するための第 3 手段と

を含む性能解析支援システム。

【請求項 1 8】 入力装置と画面を有する表示装置とそれらに接続されたコンピュータとを含み、かつ、それらにより、一製品を構成する複数の構成単位のうちユーザにより選択されるものの性能をユーザが力学的に解析することを支援するシステムであって、

前記複数の構成単位を互いに識別可能に表示するための前記画面上の第 1 表示領域と、

前記画面上に表示されている複数の構成単位のいずれかを注目構成単位としてユーザに選択させるための指示を表示するための前記画面上の第 2 表示領域と、

前記複数の構成単位のための複数の数値解析モデルであって各構成単位の形状に関しては一般化され、機能に関しては特化されたもののうち、前記指示に応答してユーザにより選択された注目構成単位に対応する注目数値解析モデルの一般化形状をグラフィカルに表示するための前記画面上の第 3 表示領域と、

前記注目数値解析モデルを定義するためにユーザが前記入力装置を用いてデー

タをグラフィカルに入力するための項目を表示するための前記画面上の第 4 表示領域と、

前記画面上に表示されている前記項目に関してユーザによりデータが入力されることに応答して、前記注目構成単位の性能の解析結果をグラフィカルに表示するための前記画面上の第 5 表示領域と

を含む性能解析支援システム。

【請求項 19】 入力装置と画面を有する表示装置とそれらに接続されたコンピュータとを含むコンピュータ関連装置が複数、連動設計コンピュータを共有する状態で互いに接続されて構成されたシステムにおいて、それら複数のコンピュータ関連装置の複数のユーザがそれらに共通の対象物であって形状に関して相互に関連する複数の部分対象物から構成されているものの性能をユーザが力学的に解析して設計することを支援する方法であって、

前記各コンピュータ関連装置において、

(a) 前記複数の部分対象物を互いに識別可能に前記画面上に表示する第 1 工程と、

(b) 前記画面上に表示されている複数の部分対象物のいずれかを注目部分対象物としてユーザに選択させるための指示を前記画面上に表示する第 2 工程と、

(c) 前記複数の部分対象物のための複数の部分数値解析モデルであって各部分対象物の形状に関しては一般化され、機能に関しては特化されたもののうち、前記指示に応答してユーザにより選択された注目部分対象物に対応する注目部分数値解析モデルの一般化形状をグラフィカルに前記画面上に表示する第 3 工程と、

(d) 前記注目部分数値解析モデルを定義するためにユーザが前記入力装置を用いてデータを入力するための項目を前記画面上に表示する第 4 工程と、

(e) 前記画面上に表示されている前記項目に関してユーザにより入力されたデータにより定義された前記注目部分数値解析モデルと、前記注目部分対象物の機能に応じて予め選択された数値解析手法と、ユーザにより設定されるかまたは予め標準的に設定された数値解析条件とに基づき、前記注目部分対象物の性能

を力学的に解析し、その解析結果を前記画面上に表示する第 5 工程とを含み、  
前記連動設計コンピュータにおいて、

(f) 前記各コンピュータ関連装置の画面上に表示されている前記注目部分対象物の設計を変更するためにユーザにより前記入力装置を用いてデータが入力されることに応答して、その入力されたデータに基づき、前記複数の部分対象物のうち前記注目部分対象物の設計変更に関連した設計変更が必要なものに対してその設計変更を行う第 6 工程と、

(g) 前記複数の部分対象物のうち前記設計変更が行われたものを定義するためのデータを、前記複数のコンピュータ関連装置からアクセス可能な状態で格納する第 7 工程とを含む性能解析支援方法。

【請求項 2 0】 前記各コンピュータ関連装置が、前記解析と前記設計とを別々に支援する 2 台のコンピュータを有する請求項 1 9 に記載の性能解析支援方法

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、入力装置と画面を有する表示装置とそれらに接続されたコンピュータとを用いることにより、ユーザが対象物の性能を力学的に解析することを支援する技術に関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

ユーザが対象物の性能を力学的に解析することをコンピュータにより支援する技術が既にいくつか実用化されている。例えば、対象物としての車両を開発する工程においては、車両の設計を支援することを目的として上記解析技術が利用されている。

【0 0 0 3】

一般に、車両の開発においては 2 つの部署が主に関与する。1 つは、車両の設計を行う設計部署であり、もう一つは、その設計された車両の性能を評価する評価部署である。車両の開発においては、図 1 9 に示すように、まず、設計部署に

において車両部品の概念設計および詳細設計がそれらの順に行われる。次に、評価部署において、試作車、または有限要素法 F E M 等の手法を用いた解析（例えば、C A E (Computer Aided Engineering)）により、その設計案に基づく車両の性能が評価される。この評価結果は設計部署に報告される。評価部署において、今回の設計案を採用したのでは車両において満足いく性能が得られないと評価された場合には、その評価結果を基に、設計部署において設計変更が行われる。この設計変更後に評価部署において再度、新たな設計案に基づく車両の性能が評価される。評価部署において、再度、今回の設計案を採用したのでは車両において満足いく性能が得られないと評価された場合には、設計部署において再度、設計変更が行われる。これに対し、評価部署において、今回の設計案を採用すれば車両において満足いく性能が得られると評価された場合には、車両の設計および評価が終了し、車両の生産に移行する。

【 0 0 0 4 】

【発明が解決しようとする課題】

従来の解析技術は、解析精度の向上や解析可能な対象物に対する汎用性の向上を指向して開発されている。そのため、例えば、車両開発工程においては現在、試作車なしでも、設計案を実現した車両全体の性能をある程度定量的に予測することが可能となりつつある。

【 0 0 0 5 】

しかしながら、その一方で、従来の解析技術は、高度化および多機能化が非常に進み、利用するに際して高度な専門的知識が要求され、専任の解析者でなければ利用できない。そのため、例えば、従来の車両開発工程においては、解析が、詳細設計が終了した後に、主に試作車を用いた実験的評価の代替的方法として、専任の解析者によって行われていた。しかし、このように詳細設計の終了後に解析を行っても、この段階では車両設計の基本的指針すなわち骨格はほぼ確定しており、解析結果を考慮して抜本的な設計変更を行うことは設計工数の関係上、困難であった。このように、従来の車両開発工程においては、設計支援が目的で実施されるはずの解析が実際には、実験的評価を支援するものの、設計を直接に支援することができなかった。

【 0 0 0 6 】

以上要するに、従来の解析技術は、解析精度および汎用性に重点が置かれていて、ユーザの使い易さという点が軽視されたものであったのである。

【 0 0 0 7 】

【課題を解決するための手段および発明の効果】

このような事情を背景として、本発明は、ユーザが対象物の性能を力学的に解析することをコンピュータにより支援する技術をユーザにとってより使い易いものに改良することを課題としてなされたものであり、本発明によって下記各態様が得られる。各態様は、請求項と同様に、項に区分し、各項に番号を付し、必要に応じて他の項の番号を引用する形式で記載する。これは、本明細書に記載の技術的特徴のいくつかおよびそれらの組合せのいくつかの理解を容易にするためであり、本明細書に記載の技術的特徴やそれらの組合せが以下の態様に限定されると解釈されるべきではない。

【 0 0 0 8 】

(1) 入力装置と画面を有する表示装置とそれらに接続されたコンピュータとを用いることにより、ユーザが対象物の性能を力学的に解析することを支援する方法であって、

前記対象物のためにその形状に関しては一般化され、機能に関しては特化された数値解析モデルの一般化形状をグラフィカルに前記画面上に表示するための第1工程と、

前記数値解析モデルを定義するためにユーザが前記入力装置を用いてデータを入力するための項目を前記画面上に表示するための第2工程と、

前記画面上に表示されている前記項目に関してユーザにより入力されたデータにより定義された前記数値解析モデルと、前記対象物の機能に応じて予め選択された数値解析手法と、ユーザにより設定されるかまたは予め標準的に設定された数値解析条件とに基づき、前記対象物の性能を力学的に解析し、その解析結果を前記画面上に表示するための第3工程と

を含む性能解析支援方法〔請求項1〕。

この方法においては、対象物の性能を解析するために用いられる数値解析モデ

ルがその対象物の機能に関して特化されるとともに、その数値解析モデルと共同して対象物の性能を解析するために利用される数値解析手法がその対象物の機能に応じて予め選択されている。

このように、この方法においては、数値解析モデルと数値解析手法とがいずれも対象物の機能に関して特化されている。そのため、この方法によれば、ユーザが数値解析モデルを定義するために入力しなければならないデータの量を容易に削減可能となるとともに、数値解析手法がその対象物の性能を無駄なく解析するように選択されているため、数値解析手法を実現するためのプログラムをコンピュータに実行させなければならない時間も容易に削減可能となる。したがって、この方法によれば、ユーザにとって使い易い解析技術が高速かつ大容量のコンピュータを不可欠とすることなく提供可能となる。

さらに、この方法によれば、数値解析モデルの一般化形状がグラフィカルに画面上に表示されるため、ユーザがその数値解析モデルを迅速かつ的確に把握し得る。

さらにまた、この方法を数値解析条件が予め標準的に設定された態様で実施する場合には、ユーザが数値解析条件を設定することが省略されるため、このことによっても、ユーザの使い易さが向上する。

本項において「性能」には例えば、対象物の静的または動的な力学特性、対象物の機構学特性、対象物の振動特性、運動性能等が含まれる。具体的には、例えば、対象物の運動（例えば、対象物自体の運動、対象物を構成する複数の構成要素相互間の運動）、対象物の弾性変形、塑性変形、破壊特性、衝撃吸収特性、応答特性等が含まれる。この解釈は下記各態様に対しても適用可能である。

また、本項において「機能」は例えば、対象物の作用、働き、役割、用途等を意味する。

（２） 前記項目が、前記数値解析モデルをその形状と構造と機構とのうち少なくとも形状に関して定義するためにユーザが前記入力装置を用いてデータを入力するための項目である（１）項に記載の性能解析支援方法〔請求項２〕。

対象物が単一の部材によって構成される場合には、対象物がその形状（例えば、大きさを含む概念として使用される）により定義可能である。対象物が複数

の部材によって構成される場合には、それら複数の部材がそれら相互間に相対運動が生じないように結合されていれば、例えば、対象物が、その全体の形状（例えば、対象物の表面の形状）と、複数の部材相互の配列を定義する構造とにより定義可能である。一方、それら複数の部材がそれら相互間に相対運動が生じるように結合されていれば、例えば、対象物が、その全体の形状および構造と、複数の部材の相対運動を実現する仕組みおよび条件である機構とにより定義可能である。

（３） 前記第２工程が、ユーザが前記項目に関してデータをグラフィカルに入力することを支援するための図形を、前記表示されている一般化形状に関連付けて前記画面上に表示するための第４工程を含む（１）または（２）項に記載の性能解析支援方法〔請求項３〕。

この方法によれば、ユーザは数値解析モデルを定義するためにデータをグラフィカルに入力可能となるため、ユーザにとっての使い易さが向上する。

（４） 前記項目が、ユーザにより数値データが入力されるためのものであり、前記第４工程が、ユーザが前記項目に関して数値データをグラフィカルに入力することを支援するための図形を前記画面上に表示するための表示工程を含む（３）項に記載の性能解析支援方法〔請求項４〕。

この方法によれば、ユーザは数値解析モデルを定義するために数値データをグラフィカルに入力可能となる。そのため、数値解析モデルを定義するためにユーザがキーボードを用いて数値データを直接に、すなわち、グラフィカルな支援なしで入力する場合に比較し、より簡単にユーザは数値解析モデルを定義可能となる。その結果、この方法によれば、ユーザが対象物の性能を概略的に評価しようとする際に、その評価に対して求められる精度を超える正確さがデータ入力に要求されずに済む。

（５） 前記表示工程が、ユーザが前記入力装置のポインティング・デバイス进行操作する量に応答して前記画面上を移動させられるバー、ポインタまたはカーソルであってその移動量に応じて数値データが前記項目に関して入力されるものを表示することにより、ユーザによる数値データの入力を支援する入力支援工程を含む（４）項に記載の性能解析支援方法〔請求項５〕。

この方法によれば、ユーザが画面上でバー、ポインタまたはカーソルを見ながらポインティング・デバイスを操作することにより数値解析モデルを定義可能となるため、ユーザにとっての使い易さが向上する。

(6) 前記第2工程が、さらに、

ユーザが前記入力装置のキーボードを操作することにより直接に数値データを前記項目に関して入力するための表示を前記画面上において行う第5工程と、

ユーザのリクエストに応じて、前記第4項工程と第5工程とを択一的に実行するための第6工程と

を含む(4)または(5)項に記載の性能解析支援方法〔請求項6〕。

数値解析モデルを定義する際、グラフィカルなデータ入力による場合には、キーボードによる直接的なデータ入力による場合とは異なり、ユーザにとっての使い易さが向上する代償としてデータ入力の正確さ、ひいては、解析精度が犠牲にされる傾向がある。

これに対して、本項に記載の方法においては、ユーザはデータ入力の方式として、グラフィカルなデータ入力と、キーボードによる直接的なデータ入力とのいずれかを選択し得る。したがって、この方法によれば、ユーザはデータ入力方式を解析精度に対するユーザの要望に容易に適合させ得る。

(7) 前記第3工程が、前記解析結果をグラフィカルに、前記対象物に関連付けて前記画面上に表示するための第7工程を含む(1)ないし(6)項のいずれかに記載の性能解析支援方法〔請求項7〕。

この方法によれば、解析結果がグラフィカルに画面上に表示されるため、ユーザはその解析結果を感覚的に理解することが可能となり、よって、解析結果の評価が容易になる。

さらに、この方法を同じ対象物における複数の部位についての解析結果が一緒に画面上にグラフィカルに表示される態様で実施する場合には、ユーザがそれら複数の部位を解析結果に関して互いに比較することが容易になる。

(8) 前記解析結果が、前記対象物のある部位の力学的特性値を含むものであり、前記第7工程が、前記力学的特性値を、その大きさに応じて大きさと形状と模様と色との少なくとも1つが変化する図形としてグラフィカルに前記画面



上に表示するための表示工程を含む（７）項に記載の性能解析支援方法〔請求項 8〕。

この方法によれば、各部位の解析結果としての力学的特性値がその大きさに応じて大きさと形状と模様と色との少なくとも 1 つが変化する図形としてグラフィカルに画面上に表示されるため、ユーザが解析結果を感覚的に理解することが容易になる。

本項において「力学的特性値」は例えば、対象物自体の運動もしくは対象物を構成する複数の構成要素相互間の運動の位置、速度または加速度、対象物の歪エネルギーの量、弾性変形もしくは塑性変形の量または変化速度、対象物の破壊特性、衝撃吸収特性、応答特性等を表す加速度、エネルギー等が含まれる。

（９） 前記第 3 工程が、さらに、

前記解析結果を数値により前記画面上に表示するための第 8 工程と、

ユーザのリクエストに応じて、前記第 7 工程と第 8 工程とを択一的に実行するための第 9 工程と

を含む（７）または（８）項に記載の性能解析支援方法〔請求項 9〕。

解析結果を表示する際、グラフィカルな表示による場合には、数値による直接的な表示による場合とは異なり、ユーザによる評価し易さが向上する代償として解析結果がユーザに伝達される際の正確さが犠牲にされる傾向がある。

これに対して、本項に記載の方法においては、ユーザは解析結果の表示方式として、グラフィカルな表示と、数値による直接的な表示とのいずれかを選択し得る。したがって、この方法によれば、ユーザは解析結果の表示方式を解析精度に対するユーザの要望に容易に適合させ得る。

（１０） 前記対象物が、一製品を構成する複数の構成単位のうちユーザにより選択される注目構成単位であり、前記数値解析モデルが、それら複数の構成単位のための複数の数値解析モデルであって各構成単位の形状に関しては一般化され、機能に関しては特化されたもののうち前記注目構成単位に対応する注目数値解析モデルであり、前記第 1 工程が、前記複数の構成単位を互いに識別可能に前記画面上に表示するとともに、それら複数の構成単位のいずれかを前記注目構成単位としてユーザに選択させるための指示を前記画面上に表示し、かつ、その指

示に応答してユーザにより選択された注目構成単位に対応する前記注目数値解析モデルの一般化形状をグラフィカルに前記画面上に表示するための表示工程を含み、前記第 3 工程が、前記画面上に表示されている前記項目に関してユーザにより入力されたデータにより定義された前記注目数値解析モデルと、前記注目構成単位の機能に応じて予め選択された前記数値解析手法と、前記数値解析条件とに基づき、前記注目構成単位の性能を力学的に解析するための解析工程を含む（1）ないし（9）項のいずれかに記載の性能解析支援方法〔請求項 10〕。

この方法においては、対象物が、一製品を構成する複数の構成単位のうちユーザにより任意に選択される構成単位とされている。さらに、構成単位毎に数値解析モデルが用いられるとともに、数値解析モデル毎に数値解析手法が、各数値解析モデルに対応する構成単位の機能に応じて予め選択されている。さらにまた、数値解析モデルと数値解析手法とが、各構成単位の機能に関して特化されている。

したがって、この方法によれば、ユーザが一製品中の任意の構成単位を注目構成単位として選択すれば、その注目構成単位の機能に関して特化された数値解析モデルと数値解析手法とを用いることにより、その注目構成単位に関して解析が行われる。

よって、この方法によれば、数値解析モデルも数値解析手法もすべての構成単位に利用可能な汎用性の高いものである場合に比較し、個別の構成単位に関する解析を比較的簡単な操作で比較的迅速に行い得る。

さらに、この方法によれば、ユーザによる注目数値解析モデルの定義に先立ってその注目数値解析モデルの一般化形状が画面上にグラフィカルに表示される。

（11） 一製品を構成する複数の構成単位のうちユーザにより選択されるものの性能をユーザが力学的に解析することをコンピュータにより支援する方法であって、

前記複数の構成単位のための複数の数値解析モデルであって各構成単位の形状に関しては一般化され、機能に関しては特化されたもののうちユーザにより選択された注目数値解析モデルであって、ユーザにより入力されたデータにより定義されたものと、その注目数値解析モデルに対応する前記構成単位である注目構成

単位の機能に応じて予め選択された数値解析手法と、ユーザにより設定されるかまたは予め標準的に設定された数値解析条件とに基づき、前記注目構成単位の性能を力学的に解析し、その解析結果を前記コンピュータの画面上に表示する性能解析支援方法〔請求項 1 1〕。

この方法においては、前記（1 0）項に記載の方法と同様に、構成単位毎に数値解析モデルが用いられるとともに、数値解析モデル毎に数値解析手法が、各数値解析モデルに対応する構成単位の機能に応じて予め選択されている。さらに、数値解析モデルと数値解析手法とが、各構成単位の機能に関して特化されている。

したがって、この方法によれば、前記（1 0）項に記載の方法と同様に、ユーザが一製品中の任意の構成単位を注目構成単位として選択すれば、その注目構成単位の機能に関して特化された数値解析モデルと数値解析手法とを用いることにより、その注目構成単位に関して解析が行われる。

よって、この方法によれば、前記（1 0）項に記載の方法と同様に、数値解析モデルも数値解析手法もすべての構成単位に利用可能な汎用性の高いものである場合に比較し、個別の構成単位に関する解析を比較的簡単な操作で比較的迅速に行い得る。

（1 2） （1）ないし（1 1）項のいずれかに記載の性能解析支援方法を実施するためにコンピュータにより実行されるプログラムをコンピュータ読取り可能に記録した記録媒体〔請求項 1 2〕。

この記録媒体に記録されているプログラムをコンピュータに実行させれば、前記（1）ないし（1 1）項のいずれかに記載の方法と同様な作用効果が得られる。

本項における「記録媒体」は種々の形式を採用可能であり、例えば、フロッピーディスク等の磁気記録媒体、CD、CD-ROM等の光記録媒体、MO等の光磁気記録媒体、ROM等のアンリムーバブル・ストレージ等の少なくとも1つを採用可能である。

（1 3） 入力装置と画面を有する表示装置とそれらに接続されたコンピュータとを含み、かつ、それらにより、ユーザが対象物の性能を力学的に解析するこ

とを支援するシステムであって、

前記対象物のためにその形状に関しては一般化され、機能に関しては特化された数値解析モデルの一般化形状をグラフィカルに前記画面上に表示するための第 1 手段と、

前記数値解析モデルを定義するためにユーザが前記入力装置を用いてデータを入力するための項目を前記画面上に表示するための第 2 手段と、

前記画面上に表示されている前記項目に関してユーザにより入力されたデータにより定義された前記数値解析モデルと、前記対象物の機能に応じて予め選択された数値解析手法と、ユーザにより設定されるかまたは予め標準的に設定された数値解析条件とに基づき、前記対象物の性能を力学的に解析し、その解析結果を前記画面上に表示するための第 3 手段と

を含む性能解析支援システム〔請求項 1 3〕。

このシステムによれば、前記（1）項に記載の性能解析支援方法を好適に実施し得、その結果、その方法と同様な効果が得られる。

（1 4） 前記第 2 手段が、ユーザが前記項目に関してデータをグラフィカルに入力することを支援するための図形を、前記表示されている一般化形状に関連付けて前記画面上に表示するための表示手段を含む（1 3）項に記載の性能解析支援システム〔請求項 1 4〕。

この方法によれば、前記（3）項に記載の性能解析支援方法を好適に実施し得、その結果、その方法と同様な効果が得られる。

（1 5） 前記第 3 手段が、前記解析結果をグラフィカルに、前記対象物に関連付けて前記画面上に表示するための表示手段を含む（1 3）または（1 4）項に記載の性能解析支援システム〔請求項 1 5〕。

この方法によれば、前記（7）項に記載の性能解析支援方法を好適に実施し得、その結果、その方法と同様な効果が得られる。

（1 6） 入力装置と画面を有する表示装置とそれらに接続されたコンピュータとを含み、かつ、それらにより、ユーザが対象物の性能を力学的に解析することを支援するシステムであって、

前記対象物のためにその形状に関しては一般化され、機能に関しては特化さ

れた数値解析モデルの一般化形状をグラフィカルに表示するための前記画面上の第 1 表示領域と、

前記数値解析モデルを定義するためにユーザが前記入力装置を用いてデータをグラフィカルに入力するための項目を、前記表示されている一般化形状に関連付けて表示するための前記画面上の第 2 表示領域と、

前記画面上に表示されている前記項目に関してユーザによりデータが入力されることに応答して、前記対象物の性能の解析結果をグラフィカルに、前記対象物に関連付けて表示するための前記画面上の第 3 表示領域と

を含む性能解析支援システム〔請求項 1 6〕。

このシステムによれば、数値解析モデルの一般化形状がグラフィカルに画面上に表示されるため、ユーザはその数値解析モデルを迅速かつ的確に把握し得る。

さらに、このシステムによれば、数値解析モデルを定義するためのデータをユーザが入力するための項目もグラフィカルに画面上に表示されるため、ユーザはそのデータ入力を容易に行い得る。

さらにまた、このシステムによれば、対象物の性能の解析結果もグラフィカルに画面上に表示されるため、ユーザはその解析結果を感覚的に理解することが可能となり、よって、解析結果の評価が容易になる。

(17) 入力装置と画面を有する表示装置とそれらに接続されたコンピュータとを含み、かつ、それらにより、一製品を構成する複数の構成単位のうちユーザにより選択されるものの性能をユーザが力学的に解析することを支援するシステムであって、

前記複数の構成単位を互いに識別可能に前記画面上に表示するとともに、それら複数の構成単位のいずれかを注目構成単位としてユーザに選択させるための指示を前記画面上に表示し、かつ、前記複数の構成単位のための複数の数値解析モデルであって各構成単位の形状に関しては一般化され、機能に関しては特化されたもののうち、前記指示に応答してユーザにより選択された注目構成単位に対応する注目数値解析モデルの一般化形状をグラフィカルに前記画面上に表示するための第 1 手段と、

前記注目数値解析モデルを定義するためにユーザが前記入力装置を用いてデー

タを入力するための項目を前記画面上に表示するための第2手段と、

前記画面上に表示されている前記項目に関してユーザにより入力されたデータにより定義された前記注目数値解析モデルと、前記注目構成単位の機能に応じて予め選択された数値解析手法と、ユーザにより設定されるかまたは予め標準的に設定された数値解析条件とに基づき、前記注目構成単位の性能を力学的に解析し、その解析結果を前記画面上に表示するための第3手段と

を含む性能解析支援システム〔請求項17〕。

このシステムによれば、前記(10)項に記載の性能解析支援方法を好適に実施し得、その結果、その方法と同様な効果が得られる。

(18) 入力装置と画面を有する表示装置とそれらに接続されたコンピュータとを含み、かつ、それらにより、一製品を構成する複数の構成単位のうちユーザにより選択されるものの性能をユーザが力学的に解析することを支援するシステムであって、

前記複数の構成単位を互いに識別可能に表示するための前記画面上の第1表示領域と、

前記画面上に表示されている複数の構成単位のいずれかを注目構成単位としてユーザに選択させるための指示を表示するための前記画面上の第2表示領域と、

前記複数の構成単位のための複数の数値解析モデルであって各構成単位の形状に関しては一般化され、機能に関しては特化されたもののうち、前記指示に応答してユーザにより選択された注目構成単位に対応する注目数値解析モデルの一般化形状をグラフィカルに表示するための前記画面上の第3表示領域と、

前記注目数値解析モデルを定義するためにユーザが前記入力装置を用いてデータをグラフィカルに入力するための項目を表示するための前記画面上の第4表示領域と、

前記画面上に表示されている前記項目に関してユーザによりデータが入力されることに応答して、前記注目構成単位の性能の解析結果をグラフィカルに表示するための前記画面上の第5表示領域と

を含む性能解析支援システム〔請求項18〕。

このシステムによれば、注目数値解析モデルの一般化形状がグラフィカルに画

面上に表示されるため、ユーザはその注目数値解析モデルを迅速かつ的確に把握し得る。

さらに、このシステムによれば、注目数値解析モデルを定義するためのデータをユーザが入力するための項目もグラフィカルに画面上に表示されるため、ユーザはそのデータ入力を容易に行い得る。

さらにまた、このシステムによれば、注目構成単位の性能の解析結果もグラフィカルに画面上に表示されるため、ユーザはその解析結果を感覚的に理解することが可能となり、よって、解析結果の評価が容易になる。

(19) 入力装置と画面を有する表示装置とそれらに接続されたコンピュータとを含むコンピュータ関連装置が複数、連動設計コンピュータを共有する状態で互いに接続されて構成されたシステムにおいて、それら複数のコンピュータ関連装置の複数のユーザがそれらに共通の対象物であって形状に関して相互に関連する複数の部分対象物から構成されているものの性能をユーザが力学的に解析して設計することを支援する方法であって、

前記各コンピュータ関連装置において、

(a) 前記複数の部分対象物を互いに識別可能に前記画面上に表示する第1工程と、

(b) 前記画面上に表示されている複数の部分対象物のいずれかを注目部分対象物としてユーザに選択させるための指示を前記画面上に表示する第2工程と、

(c) 前記複数の部分対象物のための複数の部分数値解析モデルであって各部分対象物の形状に関しては一般化され、機能に関しては特化されたもののうち、前記指示に応答してユーザにより選択された注目部分対象物に対応する注目部分数値解析モデルの一般化形状をグラフィカルに前記画面上に表示する第3工程と、

(d) 前記注目部分数値解析モデルを定義するためにユーザが前記入力装置を用いてデータを入力するための項目を前記画面上に表示する第4工程と、

(e) 前記画面上に表示されている前記項目に関してユーザにより入力されたデータにより定義された前記注目部分数値解析モデルと、前記注目部分対象物

の機能に応じて予め選択された数値解析手法と、ユーザにより設定されるかまたは予め標準的に設定された数値解析条件とに基づき、前記注目部分対象物の性能を力学的に解析し、その解析結果を前記画面上に表示する第5工程とを含み、

前記連動設計コンピュータにおいて、

(f) 前記各コンピュータ関連装置の画面上に表示されている前記注目部分対象物の設計を変更するためにユーザにより前記入力装置を用いてデータが入力されることに応答して、その入力されたデータに基づき、前記複数の部分対象物のうち前記注目部分対象物の設計変更に関連した設計変更が必要なものに対してその設計変更を行う第6工程と、

(g) 前記複数の部分対象物のうち前記設計変更が行われたものを定義するためのデータを、前記複数のコンピュータ関連装置からアクセス可能な状態で格納する第7工程とを含む性能解析支援方法〔請求項19〕。

この方法においては、対象物が形状に関して相互に関連する複数の部分対象物から構成されるとともに、部分対象物毎に数値解析モデルおよび数値解析手法が、各部分対象物の機能に関して特化されている。

したがって、この方法によれば、前記(10)項に記載の方法と同様に、数値解析モデルも数値解析手法もすべての部分対象物に利用可能な汎用性の高いものである場合に比較し、個別の部分対象物に関する解析を比較的簡単な操作で比較的迅速に行い得る。

さらに、この方法においては、ある部分対象物に対して設計変更が行われたならば、その設計変更に関連した設計変更が、そのある部分対象物に形状に関して関連する別の1つまたは複数の部分対象物に対して自動的に行われる。したがって、この方法によれば、ある部分対象物を設計しているユーザは、それに関連する別の部分対象物に対して設計変更が行われる毎にいちいち、その設計変更に付随した設計変更をそのある部分対象物に対して行うことが不要となる。よって、この方法によれば、ユーザは、自分が担当している部分対象物を設計するのに必要な時間を容易に短縮し得る。

(20) 前記各コンピュータ関連装置が、前記解析と前記設計とを別々に支援する2台のコンピュータを有する(19)項に記載の性能解析支援方法〔請求



項 2 0 ] 。

この方法によれば、同じ部分対象物に対する解析と設計とが別々のコンピュータにより行われるため、それら解析と設計とが同じコンピュータにより行われる場合とは異なり、それら解析と設計とを同時に進行させることが容易となる。よって、この方法によれば、ユーザは、自分が担当している部分対象物を設計するのに必要な時間を容易に短縮し得る。

【 0 0 0 9 】

【発明の実施の形態】

以下、本発明のさらに具体的な実施の形態のいくつかを図面に基づいて詳細に説明する。

【 0 0 1 0 】

図 1 には、本発明の第 1 実施形態である性能解析支援方法が概念的に示されている。この性能解析支援方法は、自動車のボデーを設計する際に設計者がその設計中のボデーの性能を数値解析することをコンピュータにより支援する方法であり、新しい C A E である First Order Analysis (以下、「 F O A 」と略称する。) という考え方に基づいて構築されている。

【 0 0 1 1 】

F O A は、専任の解析者ではなく通常の設計者を主なユーザとした C A E の一種であり、設計されるべき製品、すなわち、本実施形態においては、自動車のボデーの構造幾何に初等構造力学的な要因や動力学的な要因を付加させて、その製品の機械構造の幾何形状やトポロジーに変化が生じた場合の力学特性を瞬時に、かつ簡便に計算することを目的とする解析方法である。 F O A は、前述の概念設計の段階におけるように、通常の C A E 段階におけるほどには製品の性能の解析精度が要求されることなく、先の設計案とは抜本的に異なる設計案を新たに立案可能な段階において、設計案の変更を、コンピュータとの対話形式で、瞬時に設計者が自ら行う状況を想定して構築されている。そのため、 F O A を具体化するには、設計者が簡便に使用可能なコンピュータを使用するとともに、そのコンピュータに実行させるプログラムは専門的知識なしに使用できるグラフィカルなインターフェースを使用することが望ましい。

【 0 0 1 2 】

しかし、F O A は、従来から行われている C A E に対し、それを凌駕したり代替する関係ではなく、むしろ相互に補完する関係にある。F O A は、設計者が自身の設計案の良し悪しを概略的に把握することを支援するものであって、その設計案に基づく製品の性能を定量的にかつ厳密に評価することを目的とはしない。その定量的な評価は依然として、前述の評価部署で従来から行われている C A E が果たすべき役割であり、よって、従来から行われている C A E が一連の製品開発の流れにおいて重要な地位を占めることに変わりはない。

【 0 0 1 3 】

一般に、設計者は、設計すべき製品が実現すべき機能を中心に思考しつつ設計を行う。そして、設計者は、設計に対するのと同様に、新しい C A E である F O A に対し、その製品の機能を指向する考え方を要求する傾向がある。

【 0 0 1 4 】

そこで、本実施形態においては、F O A に、製品をオブジェクトとするオブジェクト指向的な考え方が導入されている。この考え方が導入された新しい C A E である F O A を Product Oriented Analysis (以下、「P O A」と略称する。)と呼ぶ。

【 0 0 1 5 】

一方、オブジェクト指向的な考え方を容易に実現可能なソフトウェアとして、Microsoft (登録商標) 社により販売されている Excel (登録商標) が知られている。この Excel を使用すれば、オブジェクト指向型の C A E を実現することができる。さらに、Excel は、設計者により机上で使用されるコンピュータ、例えば、ノート型パソコンに搭載可能なソフトウェアである。さらにまた、Excel は、既に設計者の間に普及されているため、設計者が特別なトレーニングなしで使用するソフトウェアであると考えられる。したがって、Excel によって P O A を実現することとすれば、その実現のためにソフトウェアおよびハードウェアに対して投資しなければならない費用の額を最小にすることができる。

【 0 0 1 6 】

そこで、本実施形態においては、設計者が机上で使用するノート型パソコンに

搭載されているExcelのシートが、設計者とノート型パソコンとの間におけるインターフェースとして使用される。

【 0 0 1 7 】

さらに本実施形態においては、Excelを用いることにより、オブジェクト型プログラミングが行われている。このプログラミングは、よく知られているように、複数のオブジェクトを用いるものである。各オブジェクトは、そのオブジェクトの属性を表すデータと、そのデータに対する操作の方法を記述したプログラムであるメソッドとを一体化することにより、構成されている。それら複数のオブジェクトにおいては、同じ属性と同じメソッドとを有するオブジェクト群がクラスを構成している。

【 0 0 1 8 】

本実施形態においては、具体的には、それら複数のオブジェクトが、各オブジェクトの属性である、数値解析モデルの種類に応じて複数のクラスに分類されている。同じ種類の数値解析モデルは、互いに機能が異なる複数の対象物に利用可能なものではなく、特定の対象物の機能に特化されていて、特定の機能を有する複数の対象物のみに利用可能となっている。さらに、同じ種類の数値解析モデルは、対象物の形状（本実施形態においては、例えば、対象物の外観形状）に関して一般化されており、機能は同じであるが具体的形状は異なる複数の対象物に利用可能とされている。ただし、数値解析モデルの具体的形状は、具体的な対象物の解析に先立ち、設計者により定義される。この定義は、後述のモデルデータにより行われる。

【 0 0 1 9 】

各オブジェクトのデータとしては、各オブジェクトに対応する数値解析モデルを定義するデータである解析データが使用される。解析データは、対応する数値解析モデルを定義するためのモデルデータと、対応する解析モジュール（後述する）が拘束される数値解析条件を表すデータとを含んでいる。モデルデータは、対象物の形状のみならず構造および機構も反映されるように作成される。一方、各オブジェクトのメソッドとしては、対応する数値解析モデルを用い、対応する解析データにより、解析を行うための解析モジュール（全体プログラムが機能単

位で分割されたもの）と、構造に関する最適化設計を行うための最適化モジュールとが使用される。

【 0 0 2 0 】

解析モジュールは、設計すべき製品としての自動車のボデーの性能を解析することを目的として複数種類用意されている。外力によるボデーの変形を解析する変形解析モジュールと、衝突時におけるボデーの性能を解析する衝突解析モジュールと、ボデーの固有振動数を解析する固有値解析モジュールとを含んでいる。それら個々の解析モジュールは、互いに異なる複数の数値解析手法をそれぞれ採用している。一方、最適化モジュールは、自動車の設計に特化した断面特性評価・設計モジュールと、結合部評価モジュールとを含んでいる。

【 0 0 2 1 】

本実施形態においては、図 1 に示すように、さらに、車両構造等に関する技術ノウハウを蓄積しているデータベースと、そのデータベースにおいて、設計すべき製品に類似した過去の設計事例を、その製品の機能に特化した形で検索して選び出すモジュールとが用意されている。この対策は、一連の設計のごく初期段階では、自社における従来の設計事例や競合する他社製品を参照してスケッチをおこすことがよく行われるという事実に基づいている。通常、それら従来の設計事例や他社製品は製品ごとの機能に特化した形で集積されており、この事実を利用することにより、上記の対策が講じられている。

【 0 0 2 2 】

したがって、本実施形態においては、設計者は、上述の技術ノウハウのデータベースから検索により選び出された設計事例等をもとに、予め用意された数値解析手法と数値解析条件とに基づき、設計すべき製品の力学的特性の評価を、その設計事例等に改良を施す操作を含めて、それぞれの解析モジュールを用いながら行うことが可能となる。このことは、従来の C A E では網羅できない F O A の特徴の一つとなる。

【 0 0 2 3 】

すなわち、本実施形態においては、数値解析モデルの一般化形状が、形状に関しては一般化され、機能に関しては特化されるものと定められており、そして、

その一般化形状は、機能に特化した形で上述の技術ノウハウのデータベースにおいて検索される階層性をも含んでいるのである。

#### 【 0 0 2 4 】

本実施形態において「機能」とは、製品性能を含み、さらに、生産技術の観点からの作りやすさ（例えば、手順数、コスト）をも含んでいる。したがって、本実施形態によれば、設計者は、設計すべき製品の性能データ、生産技術的なデータを参照しながら、設計手順を進めることができることとなる。

#### 【 0 0 2 5 】

図 2 には、上述の数値解析モデルと数値解析手法と数値解析条件とが階層化されて概念的に示されている。同図には、自動車のボデーを構成する複数の構成単位にそれぞれ対応する複数の数値解析モデルの 1 つのみが代表的に示されている。本実施形態においては、各構成単位が前記対象物に該当する。

#### 【 0 0 2 6 】

同図に示すように、数値解析モデルの要素には、その数値解析モデルにより表現される構成単位の機能と、その数値解析モデルの形状、構造および機構とが存在する。また、数値解析手法には、前述の説明から明らかなように、変形解析と、衝突解析と、固有値解析とが存在する。また、数値解析条件には、構成単位に作用する荷重に関する荷重条件と、構成単位を構成する複数の構成要素（例えば、ビーム要素、パネル要素）が相互に固定されている状態に関する固定条件とが存在する。

#### 【 0 0 2 7 】

各数値解析モデルには数値解析手法と数値解析条件とが対応させられている。数値解析手法は、対応する数値解析モデルにより表現される構成単位の機能に応じて予め選択されている。同様に、数値解析条件も、対応する数値解析モデルにより表現される構成単位の機能に応じて予め選択されている。ただし、このように数値解析モデルに対応させられているのは標準的な数値解析条件のみであって、ユーザは自由に数値解析条件を設定し得る。同様に、数値解析モデルの構造および機構も、構成単位の機能に応じて予め選択されている。ただし、このように予め選択されているのは、標準的な構造および機構のみであって、ユーザは自由

に構造および機構を設定し得る。

【 0 0 2 8 】

自動車のボデーは、図 5 に示すように、エンジン室と、キャビンと、フロアと、トランクとを構成単位として含むように構成されている。それら複数の構成単位において、例えば、キャビンが注目構成単位として選択された場合には、そのキャビンが、「乗員を乗せる」という機能と「乗員の安全を確保する」という機能とを有するため、図 2 に示すように、数値解析手法として例えば、「変形解析」と「衝突解析」とが予め選択されている。さらに、キャビンが注目構成単位として選択された場合には、数値解析条件として、キャビンのねじれ剛性を評価するためのものが予め選択されている。

【 0 0 2 9 】

図 3 には、本実施形態である性能解析支援方法を実施するためにユーザにより用いられるツールが示されている。このツールはノート型パソコン 1 0 であり、同図に示すように、コンピュータ 1 2 に入力装置 1 4 と表示装置 1 6 とが接続されて構成されている。

【 0 0 3 0 】

コンピュータ 1 2 は、プロセッサ 2 0 とメモリ 2 2 とが互いに接続されて構成されている。コンピュータ 1 2 は、Microsoft 社の Windows 98（登録商標）をオペレーティング・システムとして搭載するとともに、Excel をアプリケーションとして搭載している。

【 0 0 3 1 】

メモリ 2 2 においては、ハード・ディスク、CD-ROM 等、複数のプログラムを記録した記録媒体 2 6 からそれらプログラムが選択的に適宜読み出され、その読み出されたプログラムがプロセッサ 2 0 により実行される。前述の複数のオブジェクトの属性を表すデータおよびメソッドも、この記録媒体 2 6 に記録されている。

【 0 0 3 2 】

入力装置 1 4 は、ポインティング・デバイスとしてのマウス 3 0 と、ユーザにより操作される複数のキーを有するキーボード 3 2 とを備えている。表示装置 1

6 は、画面上に文字、画像等を表示する表示装置として液晶ディスプレイ（以下、単に「ディスプレイ」という）34 を備えている。

【0033】

図4には、前記複数のプログラムの一つである性能解析プログラムがフローチャートで示されている。このプログラムは、ユーザの実行開始指令に応答して実行が開始され、ユーザが実行終了指令を発するまで、実行が繰り返される。

【0034】

各回の実行時には、まず、ステップS1（以下、単に「S1」で表す。他のステップについても同じとする。）において、設計されるべき自動車のボデーの全構成単位が、互いに識別可能に表現する複数の文字（もしくは文字列）、記号（もしくは記号列）または図形としてディスプレイ34の画面上に表示される。図5には、その表示の一例が画面イメージで示されている。自動車のボデーは、その一般化形状が複数のビーム要素と複数のパネル要素との結合体としてモデル化されている。

【0035】

次に、図4のS2において、それら複数の構成単位のいずれかを注目構成単位としてユーザが選択することを指示する表示がディスプレイ34の画面上において行われる。具体的には、ユーザは、図5に示すように、注目構成単位の名称が表示されている枠内においてマウス30をクリックすることが指示される。その指示に応答し、ユーザは注目構成単位を選択する。

【0036】

その後、図4のS3において、選択された注目構成単位を表現する数値解析モデルである注目数値解析モデルの一般化形状がディスプレイ34の画面上に表示される。図6には、注目構成単位として自動車のボデーのうちのキャビンが選択された場合に、そのキャビンの一般化形状がディスプレイ34の画面に表示される様子が示されている。

【0037】

続いて、図4のS4において、その注目数値解析モデルの形状を定義するためのデータがユーザにより入力される。

【0038】

このS4の詳細が形状定義データ入力ルーチンとして図9にフローチャートで表されている。このルーチンにおいては、まず、S21において、ディスプレイ34の画面上において、ユーザに対し、グラフィカル入力方式を選択するか否かが問われる。ユーザがグラフィカル入力方式を選択した場合には、S21の判定がYESとなり、S24において、ユーザによるグラフィカル入力を支援するための表示が行われる。

【0039】

図7および図8にはそれぞれ、その表示の一例が示されている。図7の表示例は、注目構成単位であるキャビンを構成する複数のビーム要素の長さを入力することを支援するためのものであり、これに対して、図8の表示例は、そのキャビンを構成する複数のパネル要素の厚さを入力することを支援するためのものである。

【0040】

いずれの表示例においても、今回の注目数値解析モデルの各構成要素に近接して、各構成要素の寸法という項目に関する数値データをユーザが入力することを支援する図形が表示される。図7および図8においてはそれぞれ、その図形が1つのみ代表的に示されている。各図形においては、数値を表示する項目と、マウス30によりドラッグアンドドロップされるかまたは互いに逆向きの2つの三角形のマークにおいてマウス30がクリックされることにより左右に移動させられるバーとが表示されている。バーの移動量に連動して前記項目における数値が変化するようにになっている。したがって、ユーザは、注目数値解析モデルの形状を定義するための数値データをグラフィカルに入力することができる。

【0041】

本実施形態においては、ユーザが注目構成単位を選択すると、その注目構成単位の数値解析モデルの一般化形状が表示され、続いて、ユーザがグラフィカル入力方式を選択すると、その数値解析モデルの一般化形状が再度表示されるとともに、それと一緒にグラフィカル入力のための図形が表示される。しかし、ユーザが注目構成単位を選択した後、続いてユーザがグラフィカル入力方式を選択する



のを待って、その注目構成単位の数値解析モデルの一般化形状が表示されるとともに、それと一緒にグラフィカル入力のための図形が表示される形態で本発明を実施することが可能である。この実施形態においては、数値解析モデルの一般化形状の表示と、その数値解析モデルを定義するための表示とが一緒に行われることになる。

【 0 0 4 2 】

ユーザによるグラフィカル入力が終了すれば、この形状定義データ入力ルーチンの今回の実行が終了する。

【 0 0 4 3 】

これに対して、ユーザがグラフィカル入力方式を選択しなかった場合には、図 9 の S 2 1 の判定が N O となり、S 2 2 において、ディスプレイ 3 4 の画面上において、ユーザに対し、数値データを入力するために直接入力方式を選択するか否かが問われる。ユーザが直接入力方式を選択した場合には、S 2 2 の判定が Y E S となり、S 2 3 において、ユーザによる直接入力を支援するための表示が行われる。

【 0 0 4 4 】

図 1 0 には、その表示の一例が示されている。この表示例においては、今回の注目数値解析モデルにおいて複数の構成要素が互いに結合する複数のポイントの番号が表示され、さらに、各番号に関連付けて 3 つの座標値、すなわち、X 座標値と Y 座標値と Z 座標値とをそれぞれ入力するための項目が表示されている。各項目には数値データが、ユーザによるキーボード 3 2 の操作に応じて入力される。したがって、ユーザは、注目数値解析モデルの形状を定義するための数値データをキーボード 3 2 により直接に入力することができる。

【 0 0 4 5 】

ユーザによる直接入力が終了すれば、この形状定義データ入力ルーチンの今回の実行が終了する。

【 0 0 4 6 】

また、図 9 において S 2 1 の判定も S 2 2 の判定も N O であった場合には、S 2 1 に戻り、再度、ユーザがグラフィカル入力方式を選択するか否かが問われる

【 0 0 4 7 】

この形状定義データ入力ルーチンの実行が終了したならば、図 4 の S 5 において、必要な場合に限り、ユーザにより、今回の注目数値解析モデルの構造を定義するためのデータが入力される。具体的に説明すれば、今回の注目数値解析モデルを構成する複数の構成要素の数、位置および配列は予め、前記注目構成単位の機能を考慮して標準的なものに設定されている。しかし、これとは異なる数と位置と配列との少なくとも 1 つをユーザが採用したい場合には、ユーザにより、希望する配列を定義するためのデータが入力される。

【 0 0 4 8 】

続いて、S 6 において、必要な場合に限り、ユーザにより、今回の注目数値解析モデルの機構を定義するためのデータが入力される。具体的に説明すれば、今回の注目数値解析モデルを構成する複数の構成要素相互の結合状態（例えば、許容される相対運動の方向）は予め、前記注目構成単位の機能を考慮して標準的なものに設定されている。しかし、これとは異なる結合状態すなわち機構をユーザが採用したい場合には、ユーザにより、希望する機構を定義するためのデータが入力される。

【 0 0 4 9 】

続いて、S 7 において、必要な場合に限り、ユーザにより、今回の注目数値解析モデルを解析する際の数値解析条件を定義するためのデータが入力される。具体的に説明すれば、今回の注目数値解析モデルに対応する数値解析条件は予め、今回の注目構成単位の機能を考慮して標準的なものに設定されている。しかし、これとは異なる数値解析条件をユーザが採用したい場合には、ユーザにより、希望する数値解析条件を定義するためのデータが入力される。

【 0 0 5 0 】

その後、S 8 において、以上のようにして定義された注目数値解析モデルがディスプレイ 3 4 の画面に表示される。この表示の一例が図 1 1 に示されている。この表示例においては、今回の注目数値解析モデルが、先に定義された他の数値解析モデルと一緒に表示されている。

## 【 0 0 5 1 】

続いて、S 9 において、形状、構造および機構に関して定義された注目数値解析モデルと、数値解析手法と、ユーザにより設定されるかまたは予め標準的に設定された数値解析条件とに基づき、今回の注目構成単位の性能が力学的に解析される。この解析は例えば、有限要素法を用いて行われる。この解析は、今回の注目構成単位のみを対象に行い得るが、隣接する他の構成単位との結合体を対象として行ったり、自動車のボデー全体を対象として行うことができる。

## 【 0 0 5 2 】

その解析結果は、注目構成単位の各部位における力学的特性値を含んでいる。その力学的特性値は例えば、注目構成単位自体の運動もしくは注目構成単位を構成する複数の構成要素相互間の運動の位置、速度または加速度、注目構成単位の歪エネルギーの量、弾性変形もしくは塑性変形の量または変化速度、注目構成単位の破壊特性、衝撃吸収特性、応答特性等を表す加速度、エネルギー等を含んでいる。

## 【 0 0 5 3 】

続いて、S 1 0 において、その解析結果がディスプレイ 3 4 の画面上に表示される。この S 1 0 の詳細が結果表示ルーチンとして図 1 2 にフローチャートで示されている。このルーチンにおいては、まず、S 4 1 において、ディスプレイ 3 4 の画面上において、ユーザに対し、グラフィカル表示方式を選択するか否かが問われる。ユーザがグラフィカル表示方式を選択した場合には、S 4 1 の判定が Y E S となり、S 4 4 において、前記解析結果がグラフィカルに表示される。

## 【 0 0 5 4 】

図 1 3 には、その表示の一例が示されている。この表示例においては、今回の注目構成単位を含む自動車のボデー全体における各部位の解析結果である力学的特性値（同図においては、ひずみエネルギー）が、その大きさに応じて大きさと模様とが変化する図形としてグラフィカルにディスプレイ 3 4 の画面上に表示されている。具体的には、その図形は、力学的特性値が大きいほど直径が大きくなるとともに、その力学的特性値の符号の正負によって模様に変化する円である。さらに、図示しないが、各部位の力学的特性値が設計許容範囲を逸脱している

か否かに応じて前記図形の色が変化させられる。具体的には、各部位の力学的特性値が設計許容範囲を逸脱していない場合には、前記図形の色が青とされるのに対し、逸脱している場合には、赤とされる。このようにすることにより、注目構成単位のうち設計者が設計変更を行うことが必要である部位に設計者の注意が喚起される。

【 0 0 5 5 】

解析結果のグラフィカル表示が終了すれば、この結果表示ルーチンの今回の実行が終了する。

【 0 0 5 6 】

これに対して、ユーザがグラフィカル表示方式を選択しなかった場合には、図 1 2 の S 4 1 の判定が N O となり、S 4 2 において、ディスプレイ 3 4 の画面上において、ユーザに対し、解析結果を表示するために数値表示方式を選択するか否かが問われる。ユーザが数値表示方式を選択した場合には、S 4 2 の判定が Y E S となり、S 4 3 において、解析結果が数値表示方式で表示される。

【 0 0 5 7 】

図 1 4 には、その表示の一例が示されている。この表示例においては、今回の注目数値解析モデルにおいて複数の構成要素が互いに結合する複数のポイントの番号が表示され、さらに、各番号に関連付けて 3 つの座標値、すなわち、X 座標値と Y 座標値と Z 座標値とをそれぞれ表示するための項目が表示されている。各項目には、対応するポイントにおける力学的特性値が数値により表示される。

【 0 0 5 8 】

解析結果の数値表示が終了すれば、この結果表示ルーチンの今回の実行が終了する。

【 0 0 5 9 】

また、図 1 2 において S 4 1 の判定も S 4 2 の判定も N O であった場合には、S 4 1 に戻り、再度、ユーザがグラフィカル表示方式を選択するか否かが問われる。

【 0 0 6 0 】

この結果表示ルーチンの実行が終了したならば、図 4 の S 1 1 において、ディ

スプレィ 3 4 の画面上において、ユーザに対し、注目構成単位の形状等を変更することが必要であるか否かが問われる。その必要があるとユーザが判断してそのことをノート型パソコン 1 0 に入力した場合には、S 1 1 の判定が Y E S となり、S 3 に戻る。S 3 ないし S 1 1 においては、形状、構造または機構に関して前回とは異なる数値解析モデルと、前回と同じ数値解析手法と、前回と同じであるかまたは異なる数値解析条件とに基づくか、または、形状、構造または機構に関して前回と同じであるかまたは異なる数値解析モデルと、前回と同じ数値解析手法と、前回とは異なる数値解析条件とに基づき、前回と同じ注目構成単位について性能解析が行われる。

## 【 0 0 6 1 】

これら S 3 ないし S 1 1 の実行が繰り返されるうちに、ユーザが、今回の注目構成単位の形状等を変更することが必要ではなくなったと判断し、そのことをノート型パソコン 1 0 に入力すれば、S 1 1 の判定が N O となり、S 1 2 に移行する。

## 【 0 0 6 2 】

この S 1 2 においては、ディスプレイ 3 4 の画面上において、ユーザに対し、注目構成単位を変更することが必要であるか否かが問われる。その必要があるとユーザが判断し、そのことをノート型パソコン 1 0 に入力した場合には、S 1 2 の判定が Y E S となり、S 1 に戻る。S 1 ないし S 1 2 においては、別の構成単位について性能解析が行われる。

## 【 0 0 6 3 】

これら S 1 ないし S 1 2 の実行が繰り返されるうちに、ユーザが注目構成単位を変更することが必要ではなくなったと判断すれば、S 1 2 の判定が N O となり、以上で、この性能解析プログラムの一回の実行が終了する。

## 【 0 0 6 4 】

以上の説明から明らかなように、本実施形態においては、自動車のボデーの各構成単位が請求項 1 における「対象物」の一例を構成しているのである。また、ノート型パソコン 1 0 が請求項 1 における「入力装置、表示装置およびコンピュータ」の組合せの一例を構成しているのである。また、図 4 の S 3 が請求項 1 に

における「第1工程」の一例を構成し、S4が「第2工程」の一例を構成し、S5ないしS10が互いに共同して「第3工程」の一例を構成しているのである。また、図9のS24が、請求項3における「第4工程」の一例、請求項4における「表示工程」の一例および請求項5における「入力支援工程」の一例を構成しているのである。また、図9のS23が請求項6における「第5工程」の一例を構成し、S21とS22とが互いに共同して「第6工程」の一例を構成しているのである。また、図12のS44が請求項7における「第7工程」の一例、および請求項8における「表示工程」の一例を構成しているのである。また、図12のS43が請求項9における「第8工程」の一例を構成し、S41とS42とが互いに共同して「第9工程」の一例を構成しているのである。また、図4のS1ないしS3が互いに共同して請求項10における「表示工程」の一例を構成し、S5ないしS10が互いに共同して「解析工程」の一例を構成しているのである。また、本実施形態である性能解析支援方法が請求項11に係る「性能解析支援方法」の一例を構成しているのである。また、図4の性能解析プログラムが請求項12における「プログラム」の一例を構成し、記録媒体26が「記録媒体」の一例を構成しているのである。

【0065】

さらに、本実施形態においては、コンピュータ12のうち図4のS3を実行する部分が請求項13における「第1手段」の一例を構成し、S4を実行する部分が「第2手段」の一例を構成し、S5ないしS10を実行する部分が「第3手段」の一例を構成しているのである。また、コンピュータ12のうち図9のS24を実行する部分が請求項14における「表示手段」の一例を構成しているのである。また、コンピュータ12のうち図12のS44を実行する部分が請求項15における「表示手段」の一例を構成しているのである。

【0066】

さらに、本実施形態においては、ディスプレイ34の画面上において図6に示す図像が表示される領域が請求項16における「第1表示領域」の一例を構成し、図7および図8に示す図像が表示される領域が「第2表示領域」の一例を構成し、図13に示す図像が表示される領域が「第3表示領域」の一例を構成してい

るのである。また、ディスプレイ 3 4 の画面上において図 7 および図 8 に示す図像のうちのキャビンを表す部分が表示される領域が請求項 1 6 における「第 1 表示領域」の一例を構成し、図 7 および図 8 に示す図像のうちグラフィカル入力のための図形が表示される領域が「第 2 表示領域」の一例を構成していると考えることが可能である。

【 0 0 6 7 】

さらに、本実施形態においては、コンピュータ 1 2 のうち図 4 の S 1 ないし S 3 を実行する部分が請求項 1 7 における「第 1 手段」の一例を構成し、S 4 を実行する部分が「第 2 手段」の一例を構成し、S 5 ないし S 1 0 を実行する部分が「第 3 手段」の一例を構成しているのである。

【 0 0 6 8 】

さらに、本実施形態においては、ディスプレイ 3 4 の画面上において図 5 に示す図像のうち自動車のボデーを表す部分が表示される領域が請求項 1 8 における「第 1 表示領域」の一例を構成し、図 5 に示す図像のうちそのボデーの各構成単位の名称を各枠内において表す部分が表示される領域が「第 2 表示領域」の一例を構成し、図 6 に示す図像が表示される領域が「第 3 表示領域」の一例を構成し、図 7 および図 8 に示す図像が表示される領域が「第 4 表示領域」の一例を構成し、図 1 3 に示す図像が表示される領域が「第 5 表示領域」の一例を構成しているのである。また、ディスプレイ 3 4 の画面上において図 7 および図 8 に示す図像のうちのキャビンを表す部分が表示される領域が「第 3 表示領域」の一例を構成し、図 7 および図 8 に示す図像のうちグラフィカル入力のための図形が表示される領域が「第 4 表示領域」の一例を構成していると考えることが可能である。

【 0 0 6 9 】

次に、本発明の第 2 実施形態である性能解析支援方法を説明する。

【 0 0 7 0 】

図 1 5 には、その性能解析支援方法を実施するのに好適な性能解析支援システムが示されている。このシステムは、自動車のボデーを構成する複数の部品をそれぞれ設計する複数の設計者により使用される。

【 0 0 7 1 】

同図に示すように、この性能解析支援システムにおいては、サーバ・コンピュータ 1 0 0 が通信回線 1 0 2 により複数のクライアント・コンピュータ・システム 1 0 4 に接続されている。それら複数のクライアント・コンピュータ・システム 1 0 4 の複数のユーザが複数の設計者に該当する。サーバ・コンピュータ 1 0 0 にはデータ・ストレージ 1 0 8 が接続されている。このデータ・ストレージ 1 0 8 には、前記複数の部品の形状を定義するための部品データが格納されている。このデータ・ストレージ 1 0 8 は、それら複数の設計者に共有されるメモリである。

【 0 0 7 2 】

図 1 6 に示すように、クライアント・コンピュータ・システム 1 0 4 は、設計用コンピュータ 1 1 0 と解析用コンピュータ 1 1 2 とを備えている。設計用コンピュータ 1 1 0 と解析用コンピュータ 1 1 2 とはいずれも、プロセッサ 1 1 4 , 1 1 6 とメモリ 1 1 8 , 1 2 0 とを有するとともに、図示しないが、マウス、キーボード等の入力装置と、CRT、液晶ディスプレイ等の表示装置とに接続されている。

【 0 0 7 3 】

クライアント・コンピュータ・システム（以下、「クライアント・コンピュータ」と略称する）1 0 4 は、そのの少なくとも設計用コンピュータ 1 1 0 において前記サーバ・コンピュータ 1 0 0 と接続されている。解析用コンピュータ 1 1 2 のメモリ 1 2 0 には、それに搭載された記録媒体 1 2 2 において、第 1 実施形態における性能解析プログラム（図 4 参照）と同じプログラム（図 4 で代用することにより図示を省略する）が記憶されており、各クライアント・コンピュータ 1 0 4 のユーザである設計者は、その解析用コンピュータ 1 1 2 による解析結果を参照しつつ、設計用コンピュータ 1 1 0 において自分が担当する部品の設計を行う。本実施形態においては、部品が第 1 実施形態における構成単位に該当する。

【 0 0 7 4 】

図 1 7 に示すように、サーバ・コンピュータ 1 0 0 は、プロセッサ 1 3 0 とメモリ 1 3 2 とが互いに接続されて構成されている。メモリ 1 3 2 においては、ハ



ード・ディスク、CD-ROM等、複数のプログラムを記録した記録媒体134からそれらプログラムが選択的に適宜読み出され、その読み出されたプログラムがプロセッサ130により実行される。

【0075】

図18には、それらプログラムの一つである連動設計プログラムがフローチャートで示されている。このプログラムは、サーバ・コンピュータ100の電源が投入されている間、繰返し実行される。

【0076】

各回の実行時には、まず、S121において、いずれかのクライアント・コンピュータ104から、ある部品データをデータ・ストレージ108から取り込みたい旨の要求が出されたか否かが判定される。いずれのクライアント・コンピュータ104からもそのような取込み要求が出されなかった場合には、判定がNOとなり、直ちにこのプログラムの一回の実行が終了する。これに対して、いずれかのクライアント・コンピュータ104から取込み要求が出された場合には、判定がYESとなり、S122に移行する。

【0077】

このS122においては、取込み要求を出したクライアント・コンピュータ104のユーザが要求する部品データがデータ・ストレージ108からそのクライアント・コンピュータ104に送信される。その結果、そのクライアント・コンピュータ104を使用する設計者は、その送信された部品データを用いることにより、自分が担当する部品の設計を行い得る。

【0078】

その後、S123において、そのクライアント・コンピュータ104から、それが処理した部品データをデータ・ストレージ108に格納したい旨の要求が出されるのが待たれる。その格納要求が出されたならば、S124において、データ・ストレージ108に格納される予定の部品データが、現に格納されているものから変更されたか否かが判定される。上記クライアント・コンピュータ104を使用する設計者が、自分の担当する部品に対して設計変更を行ったか否かが判定されるのである。格納予定の部品データに変更がなかった場合には、判定がN

○となり、直ちにこのプログラムの一回の実行が終了する。これに対して、格納予定の部品データに変更があった場合には、S 1 2 4 の判定が Y E S となり、S 1 2 5 に移行する。

【 0 0 7 9 】

この S 1 2 5 においては、その部品データがデータ・ストレージ 1 0 8 に格納され、これにより、データ・ストレージ 1 0 8 においてその部品データが更新される。その後、S 1 2 6 において、その更新された部品データに関連する部品データがデータ・ストレージ 1 0 8 から取り込まれる。具体的には、設計者が担当する部品の形状が変更されると、それに伴って形状を変更することが必要である部品の形状を定義する部品データが、関連する部品データとされるのである。例えば、図 5 に示す自動車のボデーにおいては、設計者により設計変更された部品がキャビンであった場合、エンジン室とフロアとトランクとがいずれも、そのボデーに関連する部品とされる。

【 0 0 8 0 】

続いて、図 1 8 の S 1 2 7 において、その関連する部品データが、設計者が担当する部品の形状を定義する部品データの変更に連動して変更される。具体的には、その関連する部品データが、例えば、それにより定義される部品と上記設計変更に係る部品とが、その設計変更前と同様に、正常に互いに結合したり、正常な相対変位が許容されるように互いに係合したりするように、変更されるのである。

【 0 0 8 1 】

その後、S 1 2 8 において、そのように変更された前記関連する部品データがデータ・ストレージ 1 0 8 に格納され、これにより、データ・ストレージ 1 0 8 においてその関連する部品データが更新される。以上で、この連動設計プログラムの一回の実行が終了する。

【 0 0 8 2 】

以上の説明から明らかなように、本実施形態においては、自動車のボデーが請求項 1 9 における「対象物」の一例を構成し、ボデーの各部品が「部分対象物」の一例を構成しているのである。また、クライアント・コンピュータ 1 0 4 が請

求項 19 における「コンピュータ関連装置」の一例を構成し、サーバ・コンピュータ 100 が「連動設計コンピュータ」の一例を構成しているのである。また、図 4 の S1 が請求項 19 における「第 1 工程」の一例を構成し、S2 が「第 2 工程」の一例を構成し、S3 が「第 3 工程」の一例を構成し、S4 が「第 4 工程」の一例を構成し、S5 ないし S10 が互いに共同して「第 5 工程」の一例を構成し、図 18 の S121 ないし S127 が互いに共同して「第 6 工程」の一例を構成し、S125 と S128 とが互いに共同して「第 7 工程」の一例を構成しているのである。また、設計用コンピュータ 110 と解析用コンピュータ 112 とが互いに共同して請求項 20 における「2 台のコンピュータ」の一例を構成しているのである。

【0083】

以上、本発明のいくつかの実施形態を図面に基づいて詳細に説明したが、これらは例示であり、前記「発明が解決しようとする課題および発明の効果」の欄に記載した態様を始めとして、当業者の知識に基づいて種々の変形、改良を施した形態で本発明を実施することが可能である。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の第 1 実施形態である性能解析支援方法が構築される際に基礎とされた First Order Analysis という考え方を概念的に説明するための図である。

【図 2】

上記第 1 実施形態における数値解析モデルと数値解析手法と数値解析条件とを概念的に示す図である。

【図 3】

上記第 1 実施形態を実施するためにユーザにより使用されるツールの構成を概念的に示すブロック図である。

【図 4】

図 3 におけるコンピュータ 12 により実行される性能解析プログラムを示すフローチャートである。

【図 5】

図 4 における S 1 の実行内容を説明するための図である。

【図 6】

図 4 における S 3 の実行内容を説明するための図である。

【図 7】

図 9 における S 2 4 の実行内容を説明するための図である。

【図 8】

図 9 における S 2 4 の実行内容を説明するための別の図である。

【図 9】

図 4 における S 4 の詳細を示すフローチャートである。

【図 1 0】

図 9 における S 2 3 の実行内容を説明するための図である。

【図 1 1】

図 4 における S 8 の実行内容を説明するための図である。

【図 1 2】

図 4 における S 1 0 の詳細を示すフローチャートである。

【図 1 3】

図 1 2 における S 4 4 の実行内容を説明するための図である。

【図 1 4】

図 1 2 における S 4 3 の実行内容を説明するための図である。

【図 1 5】

本発明の第 2 実施形態である性能解析支援方法を実施するのに好適な性能解析支援システムを示すブロック図である。

【図 1 6】

図 1 5 におけるクライアント・コンピュータ・システム 1 0 4 の構成を概念的に示すブロック図である。

【図 1 7】

図 1 5 におけるサーバ・コンピュータ 1 0 0 の構成を概念的に示すブロック図である。

【図 1 8】

図 1 7 のサーバ・コンピュータ 1 0 0 により実行される連動設計プログラムを示すフローチャートである。

【図 1 9】

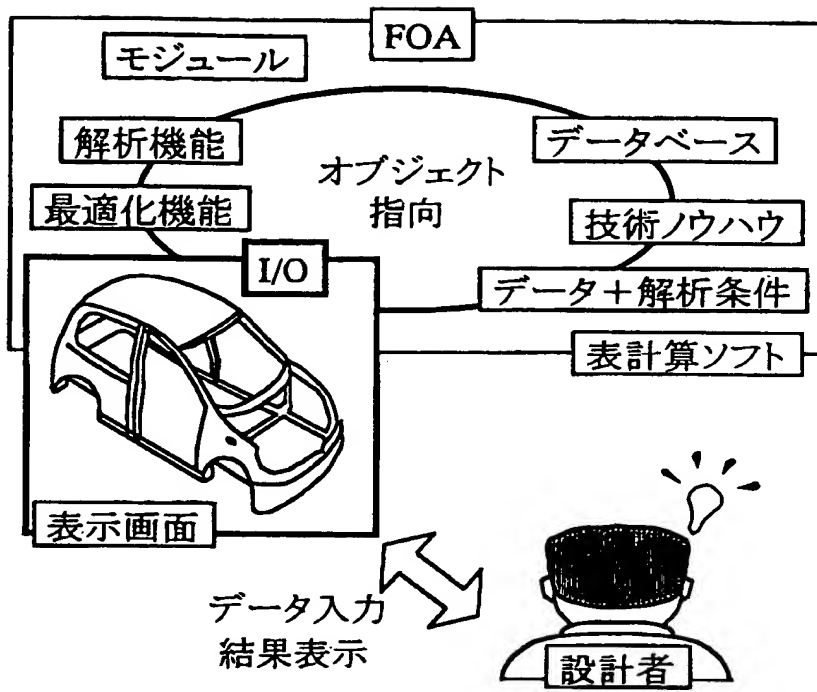
車両開発の一般的な流れを説明するためのフローチャートである。

【符号の説明】

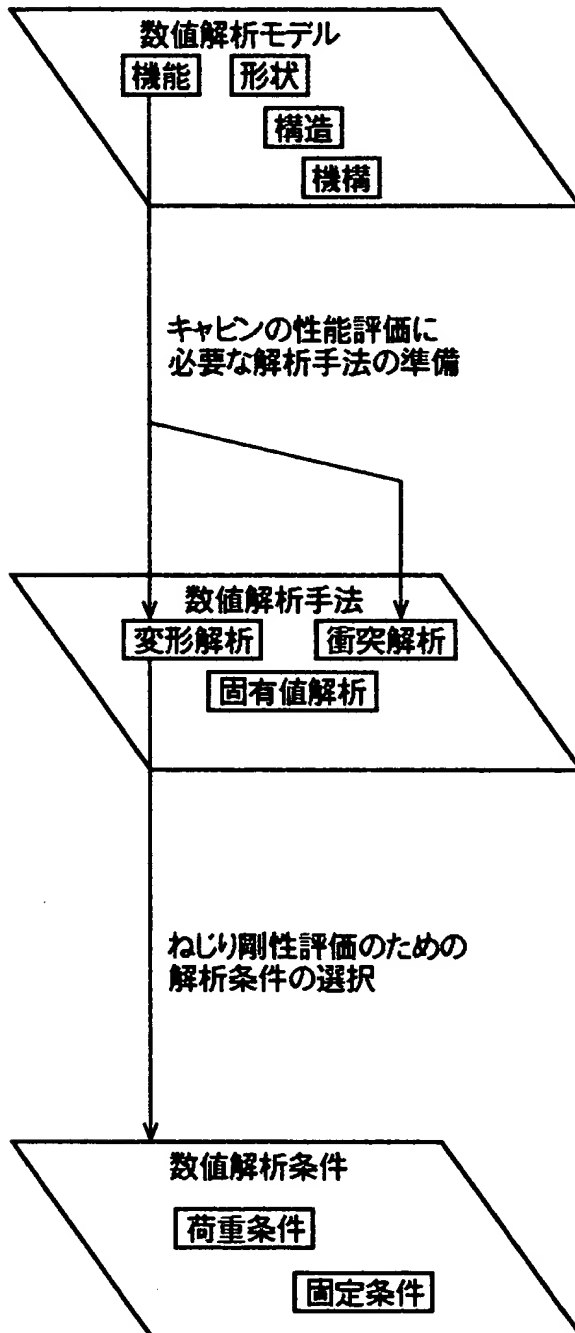
- 1 0 ノート型パソコン
- 1 2 コンピュータ
- 2 6 記録媒体
- 3 4 液晶ディスプレイ
- 1 0 0 サーバ・コンピュータ
- 1 0 4 クライアント・コンピュータ・システム
- 1 1 0 設計用コンピュータ
- 1 1 2 解析用コンピュータ

【書類名】 図面

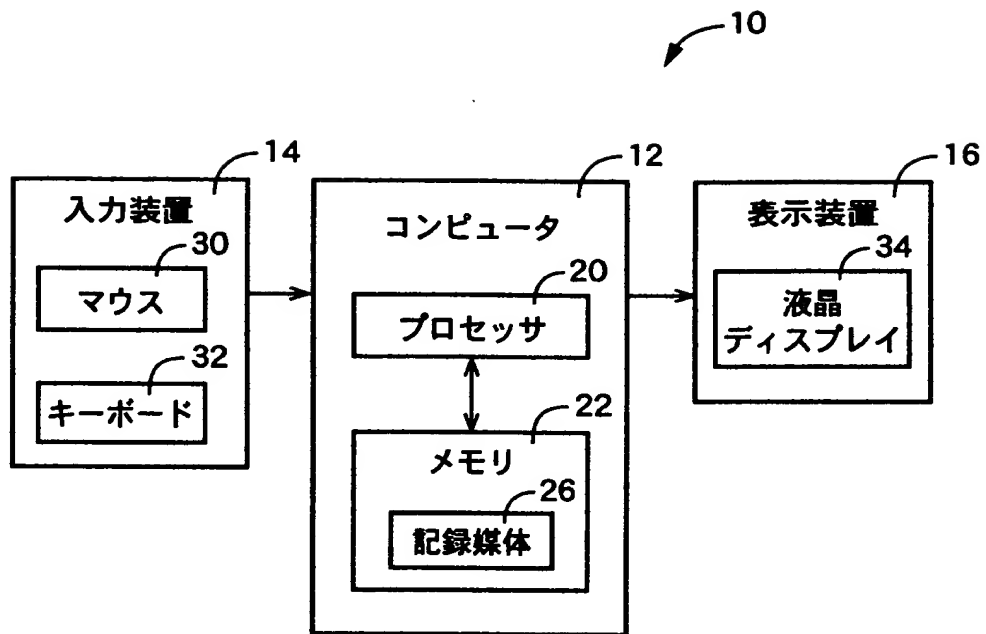
【図1】



【図 2】

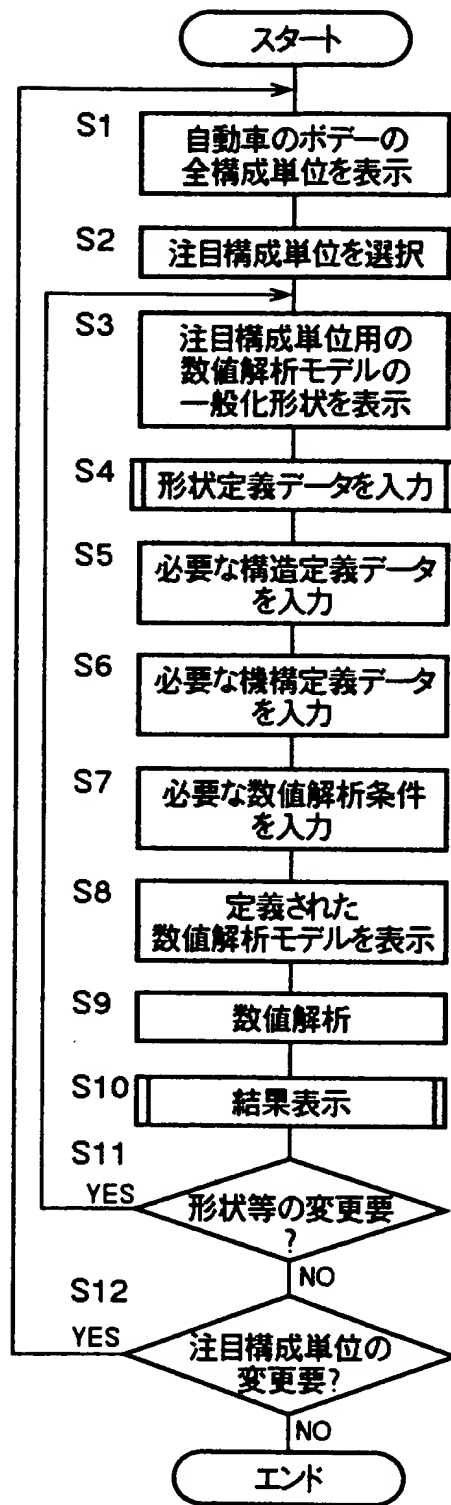


【図 3】

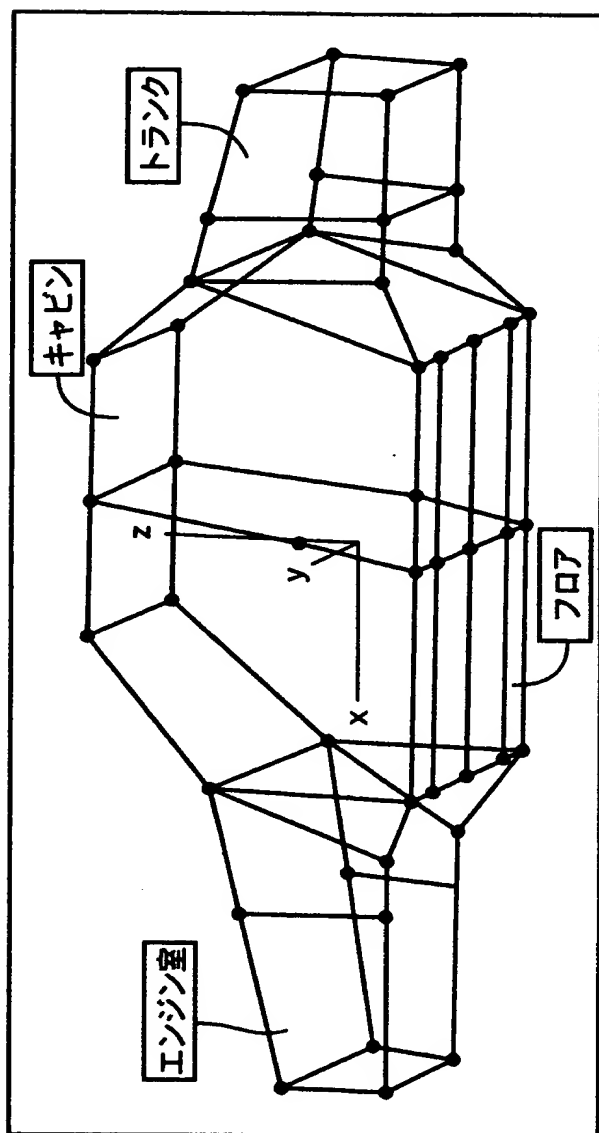




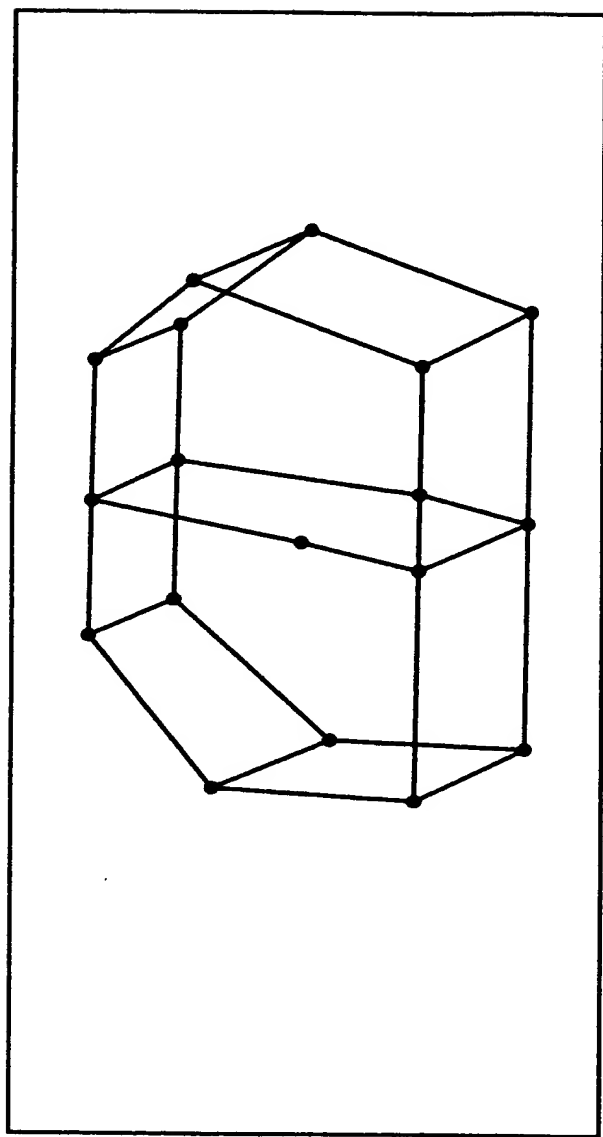
【図 4】



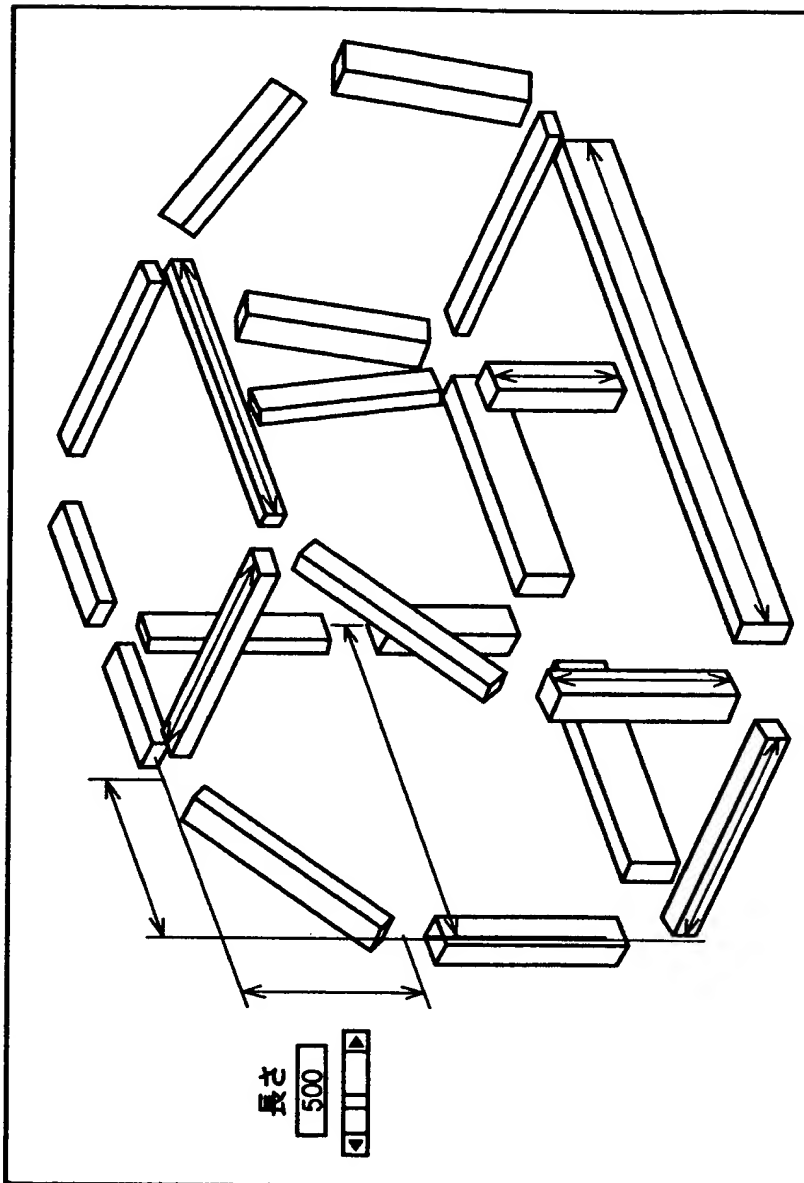
【図5】



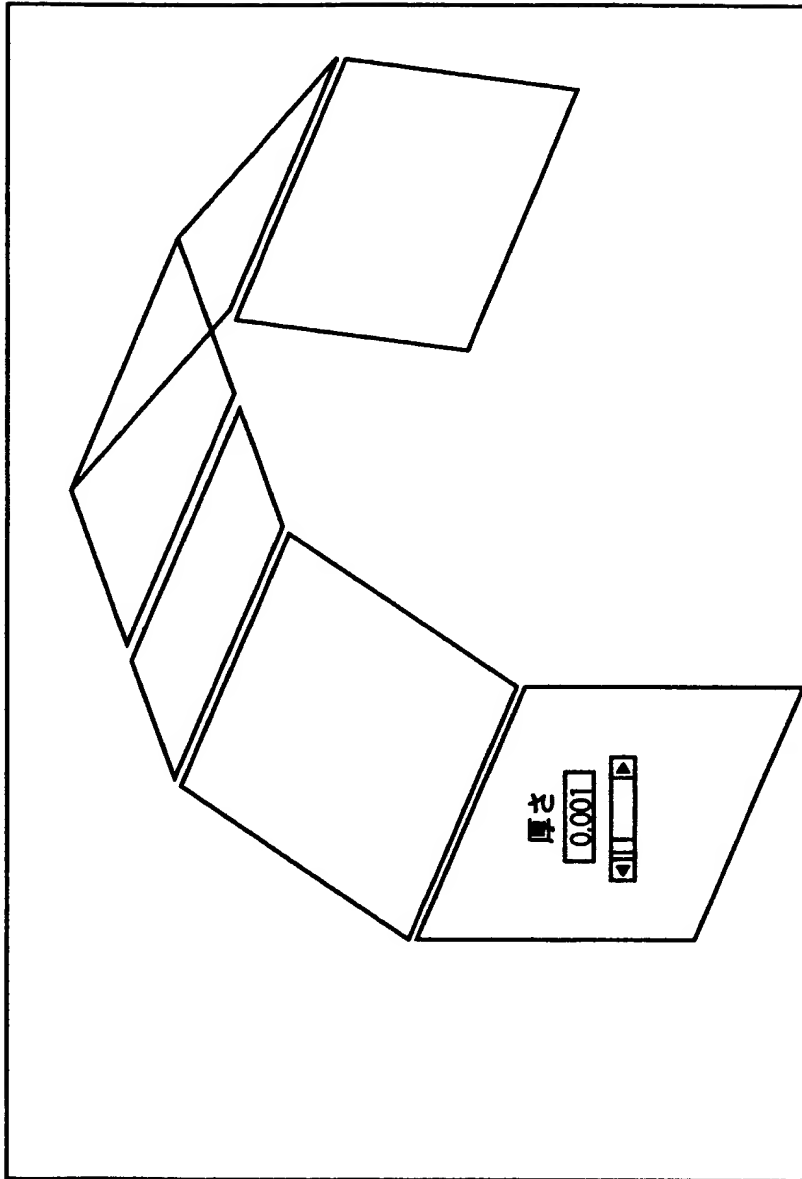
【図 6】



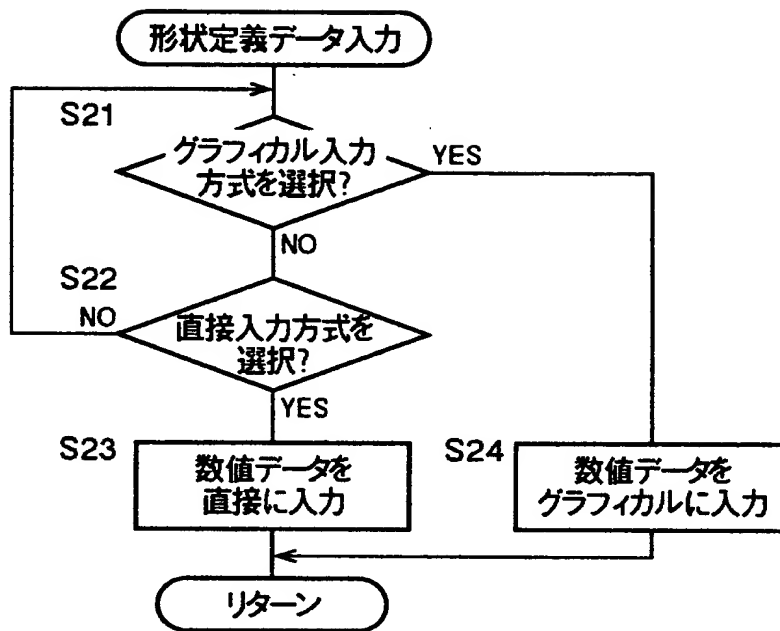
【図7】



【図 8】



【図 9】



【図 10】

|    | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N |
|----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 2  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 3  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 4  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 5  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 6  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 7  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 8  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 9  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 10 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 11 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 12 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 13 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 14 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 15 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 16 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 17 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 18 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 19 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 20 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 21 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 22 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 23 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 24 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 25 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 26 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 27 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 28 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 29 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |

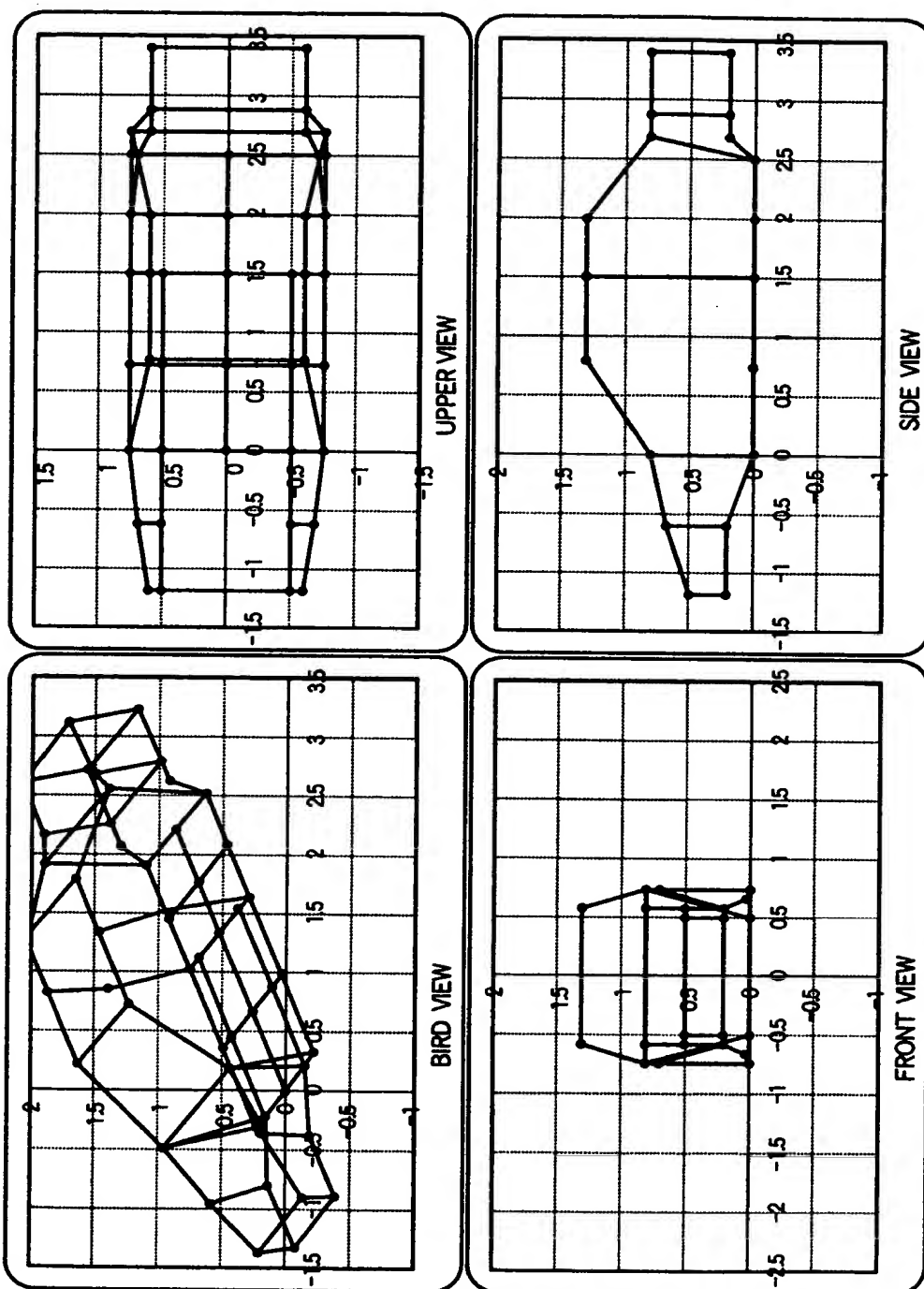
ポイントデータ入力シート

| POINT | X      | Y   | Z      |
|-------|--------|-----|--------|
| 1     | 123    | 12  | 321    |
| 2     | 456    | 34  | 654    |
| 3     | 789    | 56  | 987    |
| 4     | 10112  | 78  | 12110  |
| 5     | 131415 | 910 | 151413 |

| POINT | X      | Y   | Z      |
|-------|--------|-----|--------|
| 11    | 123    | 12  | 321    |
| 12    | 456    | 34  | 654    |
| 13    | 789    | 56  | 987    |
| 14    | 10112  | 78  | 12110  |
| 15    | 131415 | 910 | 151413 |

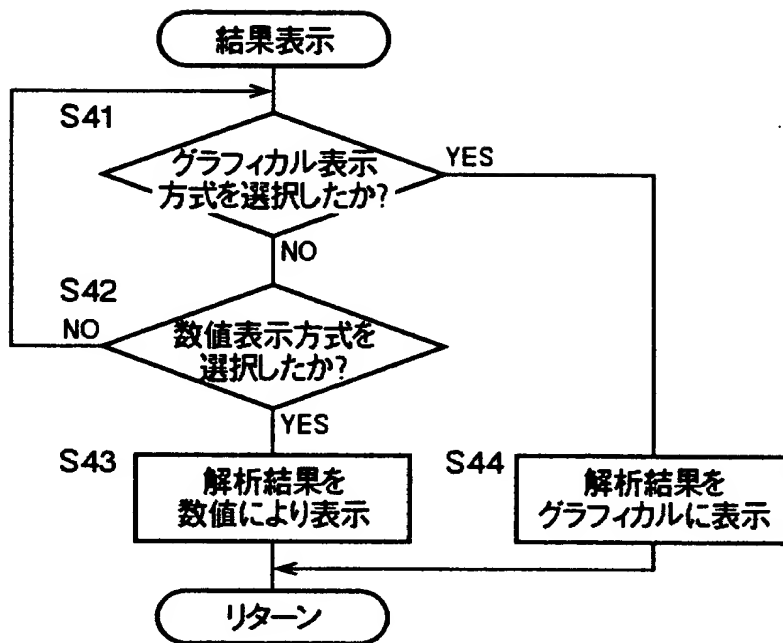
| POINT | X      | Y   | Z      |
|-------|--------|-----|--------|
| 16    | 123    | 12  | 321    |
| 17    | 456    | 34  | 654    |
| 18    | 789    | 56  | 987    |
| 19    | 10112  | 78  | 12110  |
| 20    | 131415 | 910 | 151413 |

【図 11】

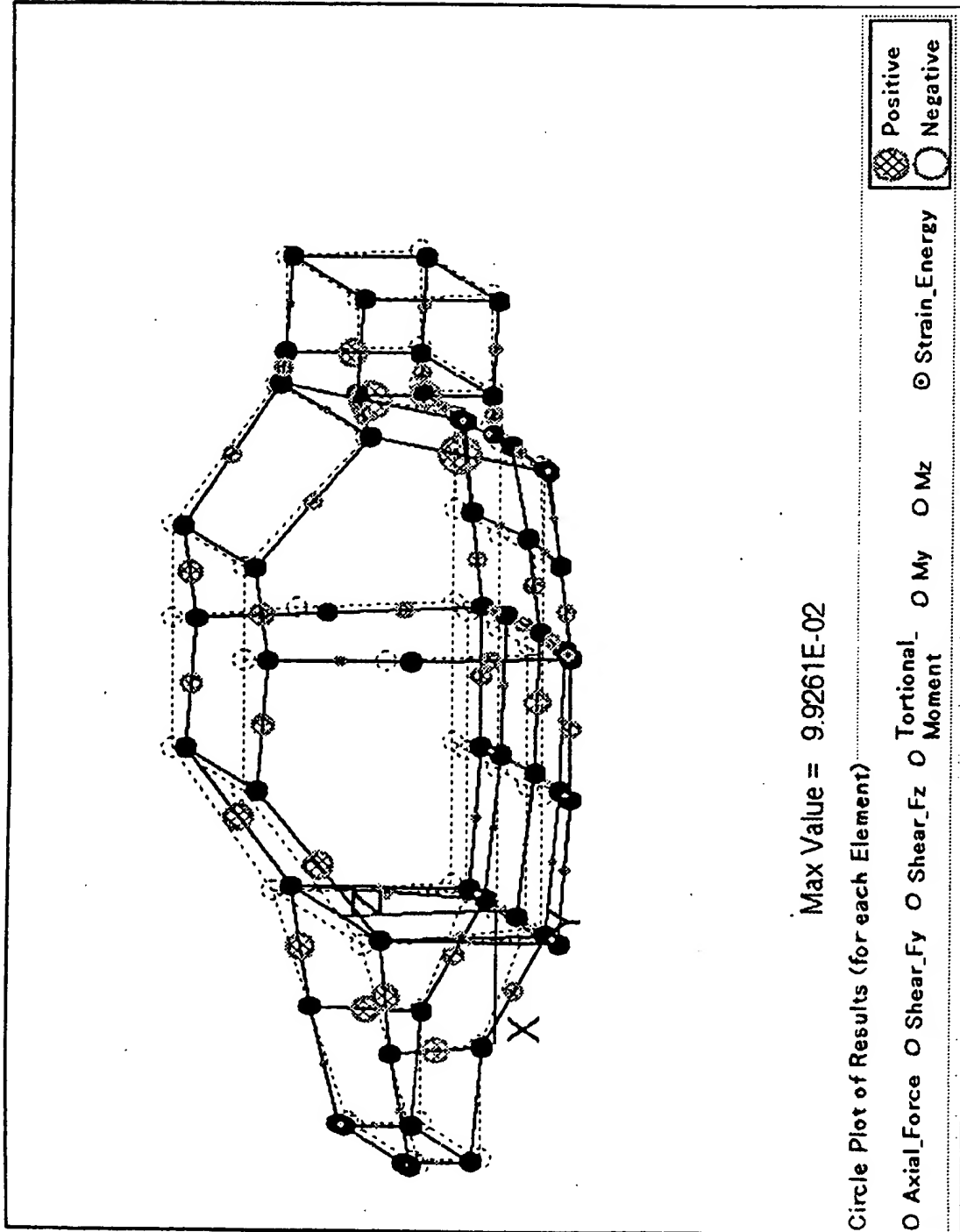




【図 1 2】



【図 1 3】



【図 14】

|    | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N |
|----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 2  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 3  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 4  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 5  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 6  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 7  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 8  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 9  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 10 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 11 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 12 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 13 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 14 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 15 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 16 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 17 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 18 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 19 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 20 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 21 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 22 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 23 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 24 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 25 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 26 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 27 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 28 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 29 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |

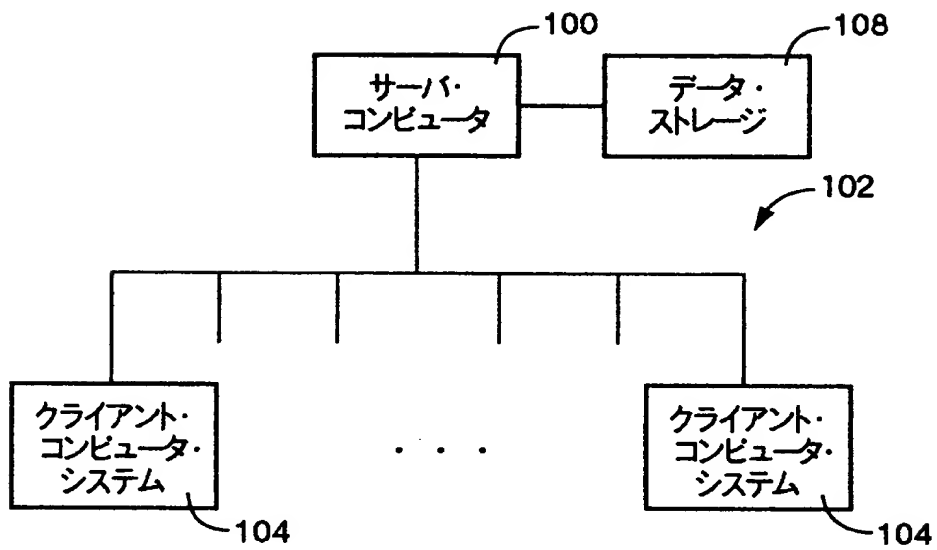
  

| POINT | X      | Y   | Z      |
|-------|--------|-----|--------|
| 1     | 123    | 12  | 321    |
| 2     | 456    | 34  | 654    |
| 3     | 789    | 56  | 987    |
| 4     | 10112  | 78  | 12110  |
| 5     | 131415 | 910 | 151413 |
| 6     | 123    | 12  | 321    |
| 7     | 456    | 34  | 654    |
| 8     | 789    | 56  | 987    |
| 9     | 10112  | 78  | 12110  |
| 10    | 131415 | 910 | 151413 |

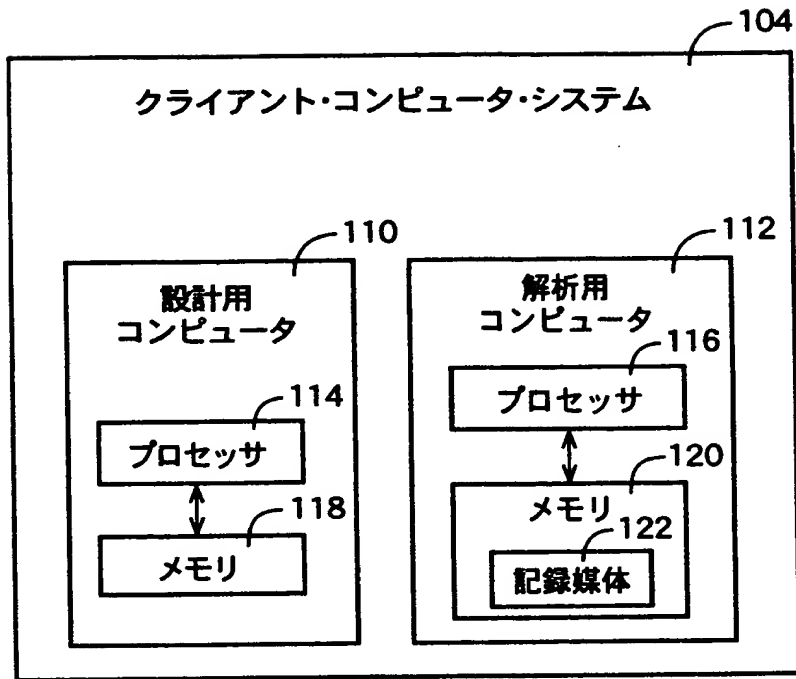
  

| POINT | X      | Y   | Z      |
|-------|--------|-----|--------|
| 11    | 123    | 12  | 321    |
| 12    | 456    | 34  | 654    |
| 13    | 789    | 56  | 987    |
| 14    | 10112  | 78  | 12110  |
| 15    | 131415 | 910 | 151413 |
| 16    | 123    | 12  | 321    |
| 17    | 456    | 34  | 654    |
| 18    | 789    | 56  | 987    |
| 19    | 10112  | 78  | 12110  |
| 20    | 131415 | 910 | 151413 |

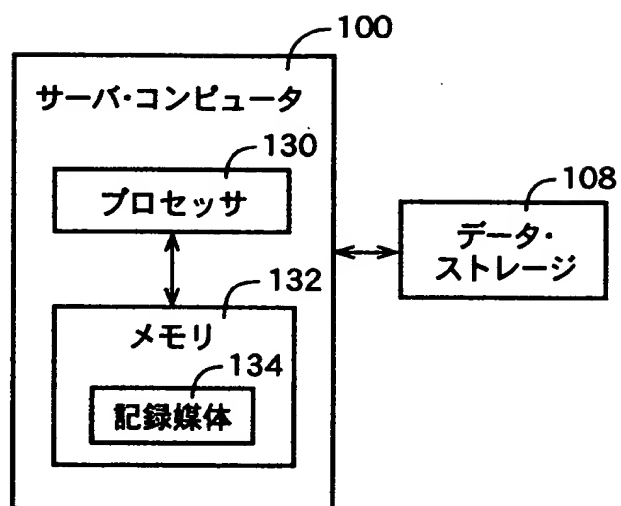
【図 1 5】



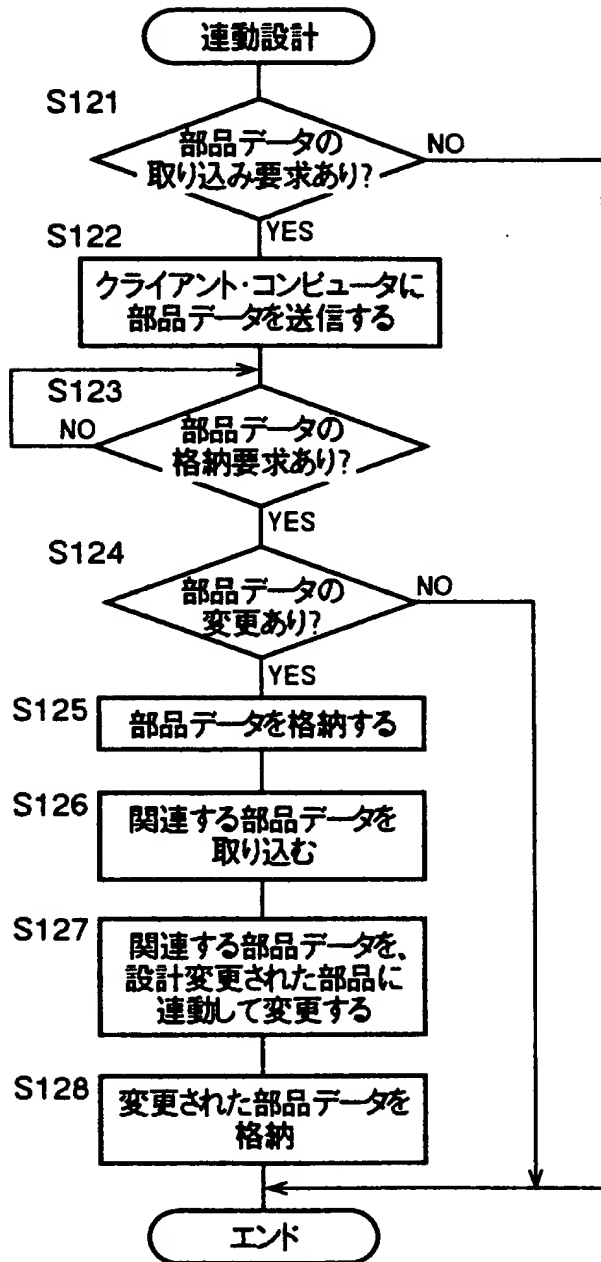
【図 1 6】



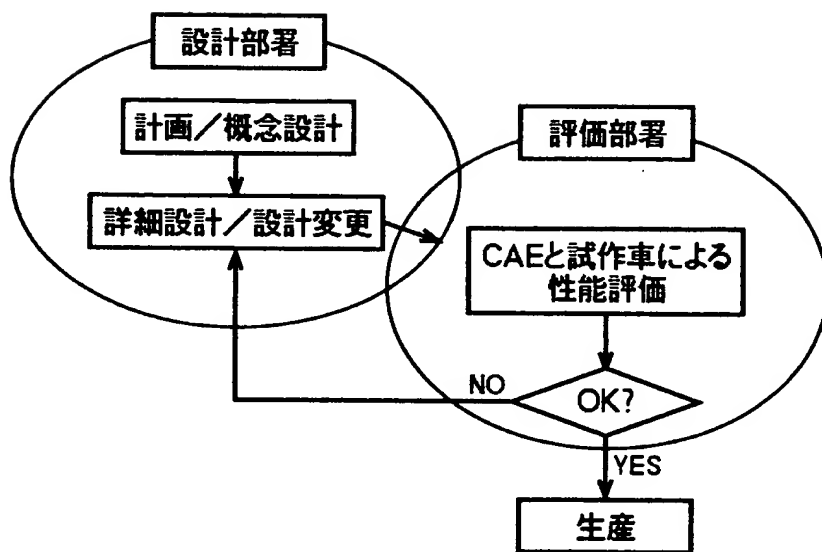
【図17】



【図 1 8】



【図 1 9】





【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 ユーザが対象物の性能を力学的に解析することをコンピュータにより支援する技術をユーザにとってより使い易いものに改良する。

【解決手段】 対象物のためにその形状に関しては一般化され、機能に関しては特化された数値解析モデルの一般化形状をグラフィカルに画面上に表示し（S 3）、その数値解析モデルを定義するためにユーザがデータを入力するための項目を画面上に表示し（S 4）、その画面上に表示されている項目に関してユーザにより入力されたデータにより定義された数値解析モデルと、対象物の機能に応じて予め選択された数値解析手法と、ユーザにより設定されるかまたは予め標準的に設定された数値解析条件とに基づき、対象物の性能を力学的に解析し（S 9）、その解析結果を画面上に表示する（S 10）。

【選択図】 図 4

特 2 0 0 0 - 2 3 5 2 3 3

## 認定・付加情報

|         |                          |
|---------|--------------------------|
| 特許出願の番号 | 特願 2 0 0 0 - 2 3 5 2 3 3 |
| 受付番号    | 5 0 0 0 0 9 8 6 0 9 9    |
| 書類名     | 特許願                      |
| 担当官     | 第三担当上席 0 0 9 2           |
| 作成日     | 平成 1 2 年 8 月 4 日         |

### < 認定情報・付加情報 >

【提出日】 平成12年 8月 3日

次頁無

【書類名】 手続補正書

【提出日】 平成12年10月 3日

【あて先】 特許庁長官 殿

【事件の表示】

【出願番号】 特願2000-235233

【補正をする者】

【識別番号】 000003609

【氏名又は名称】 株式会社豊田中央研究所

【代理人】

【識別番号】 100107674

【弁理士】

【氏名又は名称】 来栖 和則

【手続補正 1】

【補正対象書類名】 特許願

【補正対象項目名】 発明者

【補正方法】 変更

【補正の内容】

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道4 1 番地の1 株  
式会社豊田中央研究所内

【氏名】 西垣 英一

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道4 1 番地の1 株  
式会社豊田中央研究所内

【氏名】 西脇 眞二

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道4 1 番地の1 株  
式会社豊田中央研究所内

【氏名】 小島 芳生

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道4 1 番地の1 株  
式会社豊田中央研究所内

【氏名】 尼子 龍幸

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道4 1 番地の1 株  
式会社豊田中央研究所内

【氏名】 鶴見 康昭

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道4 1 番地の1 株  
式会社豊田中央研究所内

【氏名】 菊池 昇

【その他】 誤記の理由は、ワープロの変換ミスによるものである。

【プルーフの要否】 要

特 2000-235233

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000003609]

1. 変更年月日 1990年 9月 6日

[変更理由] 新規登録

住 所 愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道41番地の1

氏 名 株式会社豊田中央研究所